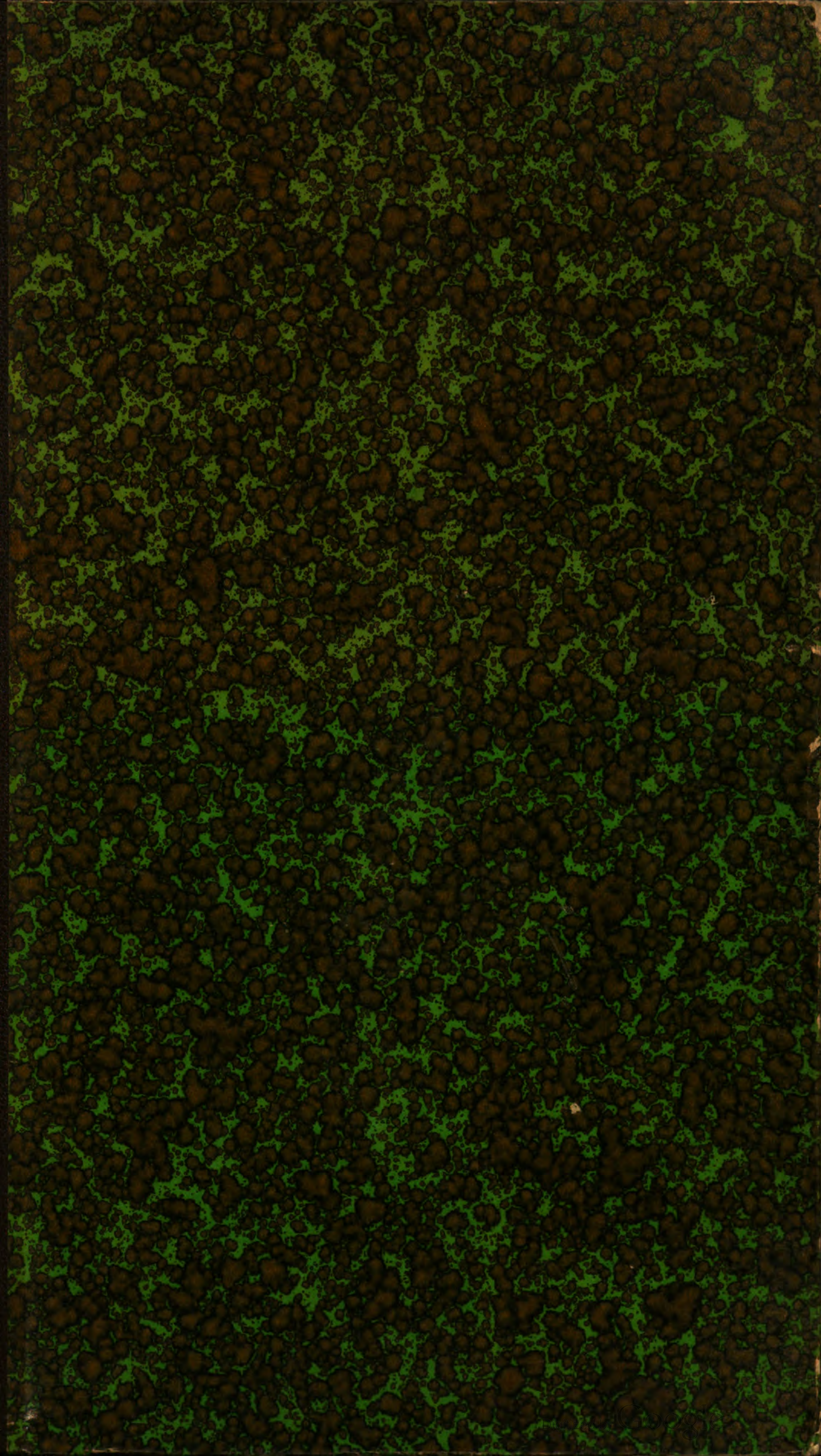



ANNEX
LIBRARY
D
003847




CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 069 763 005

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen, Privatdozent Dr. **Christen** in Bern, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Oberarzt Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler,** M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Zweiundzwanzigster Band

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1914—1915

Inhalt.

Namenregister.

(Die Ziffern verweisen auf die Seiten; ein * bedeutet Originalartikel.)

Sachregister.

Bei Benutzung des Sachregisters sind in den meisten Fällen sämtliche Abteilungen nachzusehen.

(Die Ziffern verweisen auf die Seiten.)

Therapie und pathologische Anatomie. Intensität und Dosierung. Physiologische Wirkungen.

Technik der Anwendungsweisen der Röntgenstrahlen. Physikalisches. Instrumentarium und Fabrikation.

Diagnostik und Kasuistik.

Vereine und Kongresse.

Bücherbesprechungen. Soziales.

Band XXII Ausgegeben am 8. Mai **Heft 1**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Privatdozent Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt.

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1914

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)


Digitized by Google

Fortsetzung nächste Seite.

Band XXII Ausgegeben am 8. Mai **Heft 1**

Fortschritte
auf dem Gebiete der
Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Privatdozent Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler,** M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt.

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1914

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

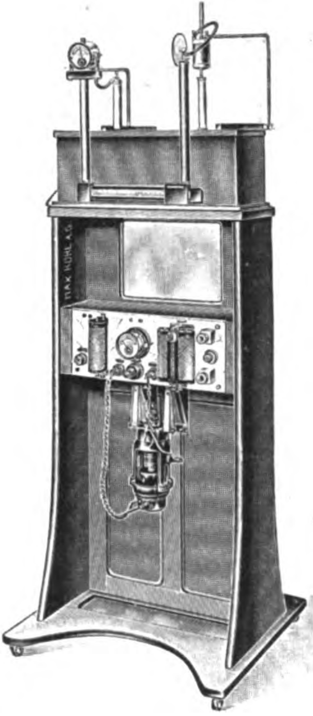
Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Fortsetzung nächste Seite.



Röntgen-Einrichtung auf Schutzwand, mit Intensiv-Induktor.

Max Kohl A.G. Chemnitz

Voll eingezahltes Aktienkapital 1600000 Mark.

Weltausstellung Brüssel 1910: 4 Grands Prix
Weltausstellung Turin 1911: 2 Grands Prix
Hygieneausstellung Dresden 1911: Großer Preis
Baufach-Ausstellung Leipzig 1913: Silberne Staats-Medaille d. Herzogt. Sachsen-Altenburg.

Vollständige Röntgeneinrichtungen

zum Anschluß an Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromnetze.

Röntgenstrahlen-Induktoren

für Bestrahlungen, Zeit-, Schnell- und Fern-Aufnahmen.

 **Ausführliche illustrierte Preisliste kostenfrei.** 

Bewährte

Wiener Modelle

nach Holzknecht-Kienböck, Robinsohn, Schwarz und Haudek

Hängeblende: Blendenbewegung und Veränderung der Öffnung in einem Griff vereinigt mit Orthokreuz und Strahlenfilter. **Neues Modell!**

Kombinierte Schutz- und Durchleuchtungswand.

Schwebekästchen: für Aufnahmen und Therapie mit bestem Schutz, völlig freier u. leichter Beweglichkeit durch ausbalancierte Aufhängung mit Gegengewicht. Iris- und Schiebeblende, Centralstrahl-, Grenzstrahl-u. Distanzanzeiger, Dosimeterträger und konstant anzeigender Härteskala. **Neu!!!**

Aufnahmetisch mit **Untertisch-Kästchen.**

Faszikelrohrblende: sichere, schmerzlose Kompression u. Fixation d. Anpassen der Rohrlamellen an alle Körperformen.

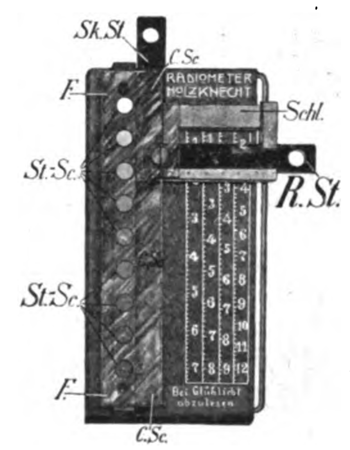
Löffel- und Punkt-Distinktor als Ersatz der Hand hinter dem Schirm. **Neu!!!**

Durchleuchtungs-Kompressorium (Vorderrohrblende) mit Buckyeffekt, zur Verbesserung der Schirmbilder. **Neu!**

Gurtkompressorium, Schirmschublehre, Objektdickenmeßzirkel, Distanzregulator für Osmo-(Gas-)Regulierung, Gastrognost Neu!!! und Fibroderm. Neu!!!

Otto Sommer

Wien VII. Richtergasse 12.



Skala zum Sabouraud

nach **Professor Dr. Holzknecht.**

Apparat zur einfachen und genauen Dosierung des Röntgenlichtes.

Durch alle Firmen und Erzeuger

M. Singer, Wien

VIII, Daungasse 2a.

Skala . . . Kr 85,—
24 R. St. . „ 10,—

Altes und neues Modell gleich verwendbar!

Lucas Gräfe & Sillem, Verlagsbuchhandlung in Hamburg.

Lexikon der Grenzen des Normalen u. der Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde

von

Dr. Alban Köhler,

Spezialarzt für Röntgenologie in Wiesbaden.

Mit 73 Abbildungen im Text; Format 24×16 cm. VII, 177 Seiten.

Broschiert: **Mk. 5.50.** In biegsamen Leinwandband gebunden: **Mk. 6.50.**

Aus der Universitäts-Frauenklinik Heidelberg. Direktor: Geh. Hofrat Prof. Dr. C. Menge.

Geburtshilfliche Röntgendiagnosen.

Von

Dr. **K. Kayser,** Assistenzarzt.

(Hierzu Tafel I u. Tafel II, Fig. a u. b.)

Der Gynäkologe muß heute mit dem Röntgeninstrumentarium so gut vertraut sein wie mit dem Messer. Da er nun meist auch Geburtshelfer ist, ist es um so wunderbarer, daß er sich der Röntgenstrahlen als Hilfsmittel für geburtshilfliche Diagnosen noch so wenig bedient und sie als unnötig oder nicht fördernd verwirft. Zugegeben, daß an den gut geleiteten Gebäranstalten der größte Teil der Diagnosen richtig gestellt wird, ein Teil der Fälle bleibt übrig, wo die Diagnose schwankt. Da ist der Moment gekommen, wo die Tätigkeit des Röntgenologen einsetzt und mit Hilfe der vorher gefundenen Daten die Diagnose weiterbaut. Nicht verdrängt sollen die übrigen Untersuchungsmethoden werden, sondern unterstützt. In der deutschen Literatur sind es vor allem Lichtenstein, Lars-Edling, Zurhelle, Albers-Schönberg, Eymer und in jüngster Zeit Heinemann, die der Sache das Wort reden. Je feiner und mannigfaltiger die Mittel sind, die eine Diagnose stützen, um so mehr kommt man zur Gewißheit und um so leichter ist man vor Überraschungen geschützt. An den meisten Instituten wird heute die Abderhaldensche Reaktion mit zu Rate gezogen, wo Anamnese und Palpation Differenzialdiagnosen offen lassen, warum soll man da nicht auch die Röntgenstrahlen mit zu Hilfe nehmen, wenn auch positive Befunde im dritten und vierten Monat zu den größten Seltenheiten gehören — bei Lars-Edlings Fällen laufen vielleicht Irrtümer unter — so wird man vom Ende des fünften Monats an stets positive für die Diagnose einwandsfreie Befunde erlangen. Die Ergebnisse Lichtensteins, der im Fruchtwasser und den stark durchfeuchteten Weichteilen ganz richtig die Gegner der guten Aufnahmen erkannte, sind heute bei den modernen Instrumentarien nicht mehr so zu befürchten. Entgegen seinen damaligen Angaben — 1906 — gelingt es heute ohne jede Schwierigkeit, den Kopf auch im Fundus uteri darzustellen. Auch Heinemanns Satz, daß in seltenen Fällen das Verfahren auch für die Diagnose der Kindslage mit Nutzen zu verwenden sei, scheint mir zu vorsichtig ausgedrückt. Nach unseren Erfahrungen gelingt es in den letzten Monaten der Schwangerschaft, stets den Kopf sichtbar zu machen; und wir sind der Ansicht, das das Röntgenogramm jedenfalls ein wertvolles Hilfsmittel für die Diagnose abnormer Kindslagen, Mehrlingsschwangerschaften und sonstiger Abnormitäten darstellt. Wir verdanken dem Verfahren manche interessante Beobachtung, von denen ich in Folgendem einige wiedergeben möchte.

Fall R. Fünfundzwanzigjährige Fabrikantenfrau. Nullipara. Immer gesund gewesen bis auf eine Bauchfellentzündung im 14. Jahre. Letzte Menses am 3. XII. 12. Aufnahme in die Klinik am 2. VII. 13. Sie hat seit Januar, wo sich die Periode noch einmal zeigte, Schmerzen im ganzen Leib, die in ihrer Intensität stark wechseln. Appetit ist schlecht, Stuhlgang ist wechselnd, gelegentlich Brechzeiz. Patientin wird zunächst aufgenommen mit der Diagnose Gravidität + Myomatosis uteri. Man fühlt die aufgelockerte Portio übergehen in einen weichen mannskopfgroßen Tumor, mit dem rechts verschiedene grobknollige Massen zusammenhängen. Patientin wird zunächst konservativ behandelt. Da auch die Symptome nicht bedrohlich sind und sie nach Hause drängt, soll sie am 11. VII. 13 versuchsweise entlassen werden. Bei der Aufnahme des Entlassungsbefundes fällt dem untersuchenden Arzte auf, daß einer der vorher gefühlten Knoten, der unterhalb des Nabels liegt, dicht unter den Bauchdecken, die Figuration eines kindlichen Kopfes hat. Kontraktionen der die geschilderten Teile umhüllenden Massen

sind auch nach längerer Palpation nicht wahrzunehmen. Es wird daher, da auch die Lokalisation der Herztöne dem entspricht, die Diagnose: Sekundäre, abdominelle Gravidität mit lebendem Kind gestellt und zur Befestigung der Diagnose noch eine Röntgenaufnahme beschlossen.

In dorsoventraler Richtung wird zunächst bei der auf dem Bauche liegenden Patientin mit großer Albers-Schönbergblende eine Übersichtsaufnahme gemacht (Abb. 1); als Zentrum wird das Promontorium gewählt. Zur Aufnahme wird eine Müller-Wasserkühlröhre von 7—8 Wehnelt gewählt. Die Belastung betrug 20 Milliampère. Die Exposition dauerte 11 Sekunden. Die Aufnahme wird mit Gehlerfolie gemacht.

Mitten durch das Blendenfeld zieht der Schatten der mütterlichen Wirbelsäule mit dem nicht ganz sichtbaren Os sacrum. Sehr deutlich sind beiderseits die Art. sacroiliacae mit einem Teil der Darmbeinschaufel. Die obere Beckenappertur ist rechts wie links nur etwa bis zur Mitte der Darmbeinschaufeln noch sichtbar. Es ist deutlich zu erkennen, daß der Beckeneingang und die Partien über ihm keine schattengebenden Substanzen außer den normalen, mütterlichen enthalten. Ein Dichtigkeitsunterschied zwischen rechter und linker Beckenhälfte erscheint mir nicht deutlich.

Vor dem dritten Lendenwirbel sieht man einen nach unten konvexen 2 mm breiten, deutlichen Schatten. Von seiner Mitte aus zieht in sanftem nach unten konvexem Bogen die perlschnurartige Wirbelsäule des Kindes zur rechten Crista iliaca, während der obere Schatten als Schädelbasis mit dem Occiput anzusehen ist. An die Wirbelsäule schließen sich deutlich Teile des kindlichen Beckens an, deren Schatten in dem des mütterlichen Os ilei liegen. Ungefähr 3 cm unter der Schädelbasis werden rechts und links von der kindlichen Wirbelsäule und senkrecht zu ihr spangenartige Schatten in einem Zwischenraum von 4—5 mm sichtbar, die durch die kindlichen Rippen gebildet werden. Sehr deutlich sind im Schatten der mütterlichen Wirbelsäule die Umbiegungswinkel der kindlichen Rippen zu sehen. Vom kindlichen Becken bis zum S-förmigen deutlichen Klavikulaschatten zieht ein langer Schatten, der einem Femur entspricht. In seinem medialen Teile wird er von einem kleineren, einem Humerus gekreuzt, während der andere Humerusschatten etwas weiter außen liegt. Die in diesem Gebiet noch weiter sichtbaren, kleineren, weniger dichten Schatten sind als den Unterarmen, dem einen Unterschenkel sowie den Mittelhandknochen zugehörig zu deuten. Da bis auf eine untere Extremität und den größten Teil des Kopfskelettes das ganze kindliche Skelett dargestellt ist, werden nur noch zwei Aufnahmen mit kleiner Blende angeschlossen, um auch diese Teile röntgenographisch darzustellen.

Beide Aufnahmen werden ebenfalls in dorsoventraler Richtung gemacht. Die eine läßt einen Teil des zweiten Femurschaftes erkennen (Abb. 2). Die Aufnahme der Kopfregion — an Qualität nicht sehr gut — läßt die sonst deutlichen Konturen des kindlichen Schädels vermissen.

Die röntgenologische Diagnose lautet: Abdominelle Gravidität im neunten Monat. Das kindliche Kopfskelett ist nicht normal.

Die am 21. Juli 1913 von Geh.-Rat Prof. Dr. Menge vorgenommene Operation, deren Verlauf und Erfolg ich mir an anderer Stelle zu veröffentlichen vorbehalte, gab dem ersten Teil der Röntgendiagnose recht, während sich der kindliche Kopf als normal erwies; allerdings war das Schädeldach sehr weich.

Lars-Edling hat seinerzeit als wichtig für die röntgenologische Diagnose „Extrauteringravidität" betont: „die extramediale Lage des Fötus". Zurhelle bestreitet das an Hand des von ihm beschriebenen Falles und erkennt diesen Satz nur an, wenn der gefundene kindliche Körper zusammenfällt mit einem klinisch neben dem Uterus isoliert palpablen Tumor. Die Zahl der bisher röntgenologisch nachgewiesenen, extrauterinen, lebensreifen Früchte beläuft sich, nach Eymers Angaben berechnet, auf sieben. Aus den Angaben über die einzelnen Fälle kann man nun nicht entnehmen, ob sie für Lars-Edlings Behauptung sprechen. Die Zahl wäre auch immerhin noch zu klein, um feststehende Regeln daraus ziehen zu können.

Wir haben die Diagnose Extrauteringravidität gestellt, aus der Tatsache, daß im mütterlichen Becken, wo ein an die Portio sich anschließender weicher, mannskopfgroßer Tumor zu fühlen ist, keine Schatten zu sehen sind, die mit dem extramedian gelegenen, nach oben verschobenen kindlichen Skelett in irgendwelchem Zusammenhang stehen. Ich neige infolgedessen mehr zu Zurhelles Ansicht, daß die asymetrische Lage des kindlichen Skelettes nur in Verbindung mit der klinischen Untersuchung typisch für das Röntgenogramm einer Extrauteringravidität ist. Wenn Zurhelle und Lichtenstein die Verhältnisse bei Extrauteringravidität für die Röntgenaufnahme besonders günstig erscheinen, so mag das theoretisch stimmen, denn das Fruchtwasser beeinträchtigt entschieden den Kontrastreichtum der Platte. Aus der Praxis heraus muß ich aber sagen, intrauterine Früchte geben oft technisch viel schönere Platten, als die vorliegenden des Falles R. Das ist ja auch der Grund gewesen zu unserer Annahme, das kindliche Kopfskelett sei nicht normal. Wir sind gewöhnt, auf unseren Aufnahmen intrauteriner Früchte die Zirkumferenz des Schädels deutlich mit Orbita, Nasenbein, Oberkieferfortsatz, Unterkiefer und Felsenbein zu sehen. Da wir dies eben in diesem Falle, der für die Aufnahmetechnik so überaus günstig schien, vermißten, wurde uns unsere Fehldiagnose direkt aufgezwängt. Leider wurde versäumt, genau zu untersuchen, ob es sich nicht in unserem Falle um einen sogenannten „Weichschädel“ handelte.

Nach unseren Erfahrungen liegen also die Verhältnisse bei Extrauteringravidität keineswegs bedeutend günstiger als bei intrauteriner, wenn man für diese richtige Röhrenhärte und Belastung wählt. Dagegen können wir Heinemann nicht beipflichten, wenn er meint: „Die Röntgenaufnahme leistet keine wesentlichen Dienste für die Differenzialdiagnose der Extra- und Intrauteringravidität.“ Unser Fall zeigt, daß man im Verein mit den klinischen Angaben — was meiner Ansicht nach bei vielen Fällen von geburtshilflichen Röntgendiagnosen so sein soll — die Diagnose durch das Röntgenverfahren gestellt resp. objektiv festgelegt wurde. Die Wahrscheinlichkeitsdiagnose wurde zur Sicherheitsdiagnose.

Fall K. Am 9. Januar 1913 wird von einem Arzte vom Lande die 41 Jahre alte Schuhmachersfrau Marie K. aus Unterabtsteinbach eingeliefert. Sie ist nie ernstlich krank gewesen, hat achtmal geboren, hat sieben lebende Kinder. Die letzte Periode war Anfang Mai 1912. Am 8. Januar 1913 nachmittags 3 Uhr Wehenbeginn. Am 9. Januar 3 Uhr morgens Geburt eines kleinen Kindes, das sofort schrie. Die Hebamme bemerkte, daß der Leib noch sehr aufgetrieben sei und ließ den Arzt rufen. Bei der vaginalen Untersuchung stellte dieser vorliegende, kleine, klumpfußartige Teile fest, die beim Extraktionsversuch abrissen. Die weitere Untersuchung brachte ihn zu der Überzeugung, daß es sich um eine Mißbildung handle, deren Extraktion mit Schwierigkeiten verknüpft sei. Er brachte die K. daher sofort in die Heidelberger Universitäts-Frauenklinik.

Der äußerliche Befund ergab, daß der Fundus uteri drei Querfinger unterhalb des Nabels stand. Kleine Teile waren von außen nicht zu fühlen, Herztöne nicht zu hören. Der ganze Uterus mit Inhalt hat eine sehr derbe Konsistenz. Dieser Befund im Verein mit der Anamnese läßt an Mißgeburt denken.

Sofort wird in dorsoventraler Richtung mit großer Blende, einer Röhrenhärte von 7 Wehnelt, Belastung von 20 Milliampère, Belichtungsdauer von 10 Sekunden und Gehlerfolie ein Röntgenogramm hergestellt. Verwandt wird eine Müllersche Wasserkühlröhre.

Auf dem Röntgenogramm (Abb. III) sieht man deutlich den zweiten bis fünften Lendenwirbel mit dem proximalen Teile des Kreuzbeins. Die Linea innominata ist rechts bis fast zur Mitte des horizontalen Schambeinastes, links nur wenig über die Articulatio sacroiliaca sinistra hinaus sichtbar. Beide Darmbeinschaufeln sind zum größten Teil zu sehen, die linke etwas weniger; sie zeigt ein helles Licht, das durch eine geblähte Darmschlinge hervorgerufen wird. Zwischen rechter Darmbeinschaufel und der Wirbelsäule sieht man den perlschnurartigen Schatten einer fötalen Wirbelsäule liegen, von der in senkrechter Richtung nach beiden Seiten eben angedeutete Spangen, Schatten der Rippen ziehen. Die kindliche Wirbelsäule ist fast bis zur Mittellinie des Sacrum der Mutter zu verfolgen. Oben schließt sich ein pfenniggroßer zangenförmiger Schatten an, in der Höhe zwischen zweitem und drittem mütterlichen Lendenwirbel. Zwischen fötaler Wirbelsäule und mütterlicher, rechtsseitiger Crista iliaca sieht man



ferner einen Schatten, der einem Humerus angehört, während zwischen mütterlicher und kindlicher Wirbelsäule weitere undeutliche Schatten liegen, deren Deutung nicht weiter spezialisiert werden kann. Im Kreuzbeinschatten sieht man auf der rechten Seite noch einen langen Schatten, der einem Femur angehört, die ganzen fötalen Skelettschatten kontrastieren wenig gegen ihre Umgebung. Auch die mütterlichen Knochen erscheinen merkwürdig klar.

Die röntgenologische Diagnose lautet: Acephalus mit Wirbelsäule, Rippen und Extremitäten.

Im Anschluß an die Röntgenuntersuchung wurde in Narkose an die Extraktion des Fötus geschritten. Mit dem Blotschen Dolch stößt man auf ein sulzig-schwartiges Gewebe, das anscheinend die Hauptmasse der ganzen Frucht bildet. Herr Geh.-Rat Menge, der den Eingriff selbst vornimmt, dringt nach Exzision mehrerer Stücke und Herabziehen neuen Gewebes durch Krallenzangen bis an knöcherne Partien vor, die mit der Schere durchtrennt werden und sich als fötale Wirbelsäule erweisen. Nachdem noch zahlreiche Stücke abgetrennt sind, gelingt es endlich, den kaudalen Teil der Frucht zu extrahieren. Es läßt sich hiernach dann ein Arm vorziehen und der kraniale Teil wird ebenfalls in toto entfernt, was noch große Schwierigkeiten bereitet wegen der ödematösen Schwellung des gesamten Unterhautbindegewebes.

Es handelt sich um einen Acardiacus-acephalus mit oberen und unteren Extremitäten. Das Gewebe ist stark ödematös durchtränkt, wie aus den Konturen von Abb. 4 ersehen werden kann. Unsere Röntgenplatte hat also die Verhältnisse gut wiedergegeben. Auch die Unschärfe, die schlechte Differenzierbarkeit, läßt sich retrograd gut erklären. Die derben sulzigen, fötalen Weichteile hatten die Kontraste verwischt; darum sind sowohl mütterliche wie kindliche Knochen nur schlecht zu erkennen. Um über die Skelettverhältnisse der Frucht noch näher orientiert zu sein, wurden die beiden größten Stücke noch einmal geröntgt (Abb. 4). Wirbelsäule — soweit noch erhalten — und Thorax erscheinen relativ normal, ebenso der Schultergürtel, sowie Ober- und Unterarm, während die Mittelhand rechts aus vier, links sogar nur aus drei ausgebildeten Metakarpalknochen besteht. An Stelle des Schädels sieht man den auch auf der vor der Entbindung gemachten Platte sichtbaren, viereckigen Knochenschatten, an den sich median nach vorne noch ein ganz schmaler Schatten in einiger Entfernung ansetzt, wahrscheinlich Rudimente der Schädelbasis und des Vomer. Die Beckenwirbel mit den beiden Femura und den Unterschenkelknochen bieten, soweit erhalten, normale Bilder.

Liefert der Fall auch weniger einen Beweis für den Nutzen der Röntgenographie für die Geburtshilfe, so ist sein wissenschaftliches Interesse um so größer, als er nach Durchsicht der Literatur anscheinend der erste ist, der röntgenographisch festgelegt ist. Die Diagnose: „Akephalus mit Wirbelsäule und Extremitäten“ ist röntgenologisch zu stellen und im Verein mit der Tatsache, daß es sich in diesem Falle um Zwillingsschwangerschaft handelt, bei denen relativ häufig Mißgeburten vorkommen, konnte die Diagnose mit Sicherheit gestellt werden.

Fall D. Anna D., 23 Jahre altes Dienstmädchen, tritt am 30. Dezember 1912 in die Frauenklinik als Schwangere ein. Nullipara. Anfang April 1912 letzte Periode, die geringer war als die vorhergehenden. Anfang April wahrscheinlich Konzeption. Erste Kindsbewegungen bemerkte Patientin anfang August. Leibesumfang beträgt 105 cm. Geringer Hängeleib. Stand des Fundus liegt drei Querfinger breit unter dem Processus xiphoides. Herztöne hört man links oberhalb des Nabels, und rechts, aber leise unterhalb des Nabels. Dazwischen befindet sich keine freie Zone. Man fühlt viele kleine Teile. Das Becken ist leer. Diagnose: Gemini? In Bauchlage der Patientin wird am 1. Januar 1913 mit einer Müller-Wasserkühlröhre von 6—7 Wehnelt und Ereskoverstärkungsschirm bei einer Belastung von 16 Milliampère und einer Expositionszeit von 13 Sekunden ein Röntgenogramm hergestellt (Abbildung 5).

Auf der Platte sieht man mitten durch das Blendenfeld die mütterliche Wirbelsäule ziehen und zwar in einer Ausdehnung vom letzen Brustwirbel mit der zwölften Rippe bis zum ersten Sakralwirbel. Von der linken Darmbeinschaufel ist ein kleines Segment sichtbar.

Rechts unten neben viertem und fünftem Lendenwirbel sieht man in starker Verkürzung

einen kindlichen Schädel, die Stirne der Platte zugewendet. Die dazu gehörige Wirbelsäule zieht mit nach rechts gerichteter Konkavität zur linken Beckenhälfte der Mutter und ist ungefähr bis zum Anfang der kindlichen Lendenwirbelsäule sichtbar. Rechte Skapula mit Humerus und Unterarmknochen liegen links von der mütterlichen Wirbelsäule, der linke Arm liegt an der rechten Seite. Der erste und zweite mütterliche Lendenwirbel sowie ein größeres Feld links von ihnen wird gedeckt von einem zweiten kindlichen Schädelschatten, so zwar, daß die Protuberantia occipitalis der Platte anliegt, während die kindliche Wirbelsäule nach rechts zieht und sich mit dem Schatten der rechten zwölften Rippe kreuzt. Auch beide Humeri mit nicht deutlich differenzierbaren gewinkelten Unterarmen sind gut unter und parallel zur zwölften Rippe sichtbar, während ein Femur, der linke, über dem Kopfe des ersten Schädels zu sehen ist. Die Röntgendiagnose lautet demnach: Zwillingsschwangerschaft, erstes Kind liegt in erster Steißlage, Rücken nach hinten, Kopf auf der rechten Darmbeinschaufel. Zweites Kind liegt in erster Querlage, Rücken nach vorne.

Am 9. Januar 1913 wird, um eine neue Röhre zu prüfen, bei derselben Patientin unter sonst gleichen Bedingungen abermals eine Aufnahme gemacht (Abb. 6). Auf den ersten Blick erscheinen beide Platten gleich. An gleicher Stelle fast wie auf der ersten Platte kann man zwei kindliche Köpfe erkennen. Bei näherer Betrachtung fällt jedoch auf, daß der jetzt links sichtbare Kopf zum ersten, in erster Steißlage liegenden Kinde gehört, während der Kopf rechts zum zweiten Kinde gehört, daß aus der ersten Querlage jetzt in eine Schädellage gerückt ist, anscheinend so, daß der Rücken der Platte genähert ist. Der Kopf des ersten Kindes, den man auf Abb. 5 in starker Verkürzung von oben her sieht, präsentiert sich jetzt vollkommen im Profil. Am 27. Januar wurde dann noch einmal eine Aufnahme gemacht, die aber keine Neuerungen bot.

Am 1. Februar Entbindung. Nabelschnurvorfall. Repositionsversuch. Extraktion des Kindes am Steiß. Veit-Smelli. Am 2. Februar labile Fruchtlage des zweiten Kindes. Blasensprengung. Herabtreten eines Fußes. Spontangeburt.

Röntgenologisch hat der Fall insofern Interesse, als auch auf diese Weise und zwar objektiv, nachgewiesen ist, daß die Früchte im letzten Monat der Schwangerschaft noch ihre Lage zu ändern imstande sind. Eymer führt einen Fall an, wo die Röntgenaufnahme eine Steißlage ergeben hatte und die Geburt wenige Tage darauf doch in Kopflage erfolgte. Auch Lars Edling beschreibt in seinem Fall 15 einen Fall, bei dem sich eine Steißlage in Kopflage umgewandelt hat. Allerdings ist der Beweis hier nicht objektiv erbracht, da die Steißlage nur klinisch festgestellt ist, während in unserem Falle ein objektiver Nachweis des Lagewechsels erbracht ist. Der Kopf des ersten Kindes, der erst auf der rechten mütterlichen Darmbeinschaufel stand, ist an dem seines Bruders vorbeigeglitten und in den linken Fundusabschnitt getreten, während sich das zweite Kind in Schädellage eingestellt hat, Verhältnisse, die für den Geburtsakt entschieden günstiger waren.

Fall A. Frau Barbara A., 41 Jahre alt, Zigarrenmacherin. Elfmal geboren. Ein Kind ist totgeboren, eine Zangengeburt, eine Wendung. Die Geburten dauerten meist mehrere Tage. Letzte Menses am 7. Oktober 1912. Aufnahme in die Klinik am 8. Juli 1913. Leibesumfang beträgt 116 cm. Herztöne hört man links neben dem Nabel Stand des Fundus befindet sich handbreit unter dem Processus xiphoides.

Klinische Diagnose: Verdacht auf Schieflage oder Zwillinge.

Am 8. Juli wird in Bauchlage der Patientin mit großer Blende, mit einer Röhrenhärte von 7 Wehnelt, einer Belastung von 20 Milliampère, Belichtungszeit von zwölf Sekunden mit Gehlerfolie eine Beckenaufnahme gemacht. Es wurde dazu eine Müller-Wasserkühlröhre verwandt (Tafel II, Figur a). Auf der Platte sind sehr schön die mütterliche Linea innominata, die Symphyse, die Foramina obturatoria und ein Teil beider Darmbeinschaufeln, vor allem der rechten sichtbar. Die Zeichnung des Kreuzbeines ist verwaschen, durch den Schatten des kindlichen Schädels, der sich im Profil präsentiert, die Stirne der rechten Seite der Mutter zugewandt.



Orbita, Ober- und Unterkiefer, sowie die kindliche Halswirbelsäule sind deutlich erkennbar, wenn auch in ihren Konturen unscharf. Auffallend ist der ungewöhnlich große kindliche Kopf.

Röntgendiagnose: I. Hinterhauptslage, großer kindlicher Schädel.

Am 23. Juli, 8 Uhr morgens Eintritt in den Kreissaal; da bei guter Wehentätigkeit der Kopf nachmittags 3 Uhr noch nicht in das Becken eingetreten ist, wird eine vaginale Untersuchung vorgenommen, die hohen Querstand und ausgesprochene hintere Scheitelbeineinstellung ergibt. Hebosteotomie, da es sich um ein enges Becken und unverhältnismäßig großen Kopf handelt. 3 Uhr 50 Min. Geburt eines 5150 gr wiegenden, 57 cm langen Knaben.

Das Röntgenverfahren hatte in diesem Falle den klinischen Verdacht auf Schieflage oder Zwillinge ausgeschlossen und die Diagnose I, Schädellage objektiv festgestellt. Außerdem konnte man sicher aus dem Vergleich mit anderen Platten die Diagnose eines großen kindlichen Kopfes stellen, was auch geschehen ist. Daß es kein pathologisch großer Kopf — ein Hydrocephalus — war, kann man aus den scharfen Schatten, die das Schädeldach hervorrief, schließen. Nicht sicher wurde die Diagnose „Riesenkind" gestellt, obwohl es, nach dem großen normalen Schädel zu schließen, möglich gewesen wäre.

Fall V. Frau Anna Sch., Fabrikarbeitersfrau aus Schwetzingen. 28 Jahre alt, dreimal geboren, wurde am 8. Januar 1914, 8 Uhr morgens in die Klinik aufgenommen. Letzte Menses waren am 23. 3. 1913. Am 2. Januar 1914 sprang die Blase. In der Nacht vom 6. zum 7. Januar setzten mäßige Wehen ein, die aber bald wieder nachließen und erst am Abend des 7. Januar gut wurden. Da die untersuchende Hebamme sich nicht klar wurde, zog sie einen Arzt zu Rate, der eine Steißlage diagnostizierte und anordnete, ihn beim Tiefertreten des Steißes wieder zu rufen. Trotz kräftiger Wehen machte die Geburt keine Fortschritte, so daß der Arzt am 8. 2., morgens 5 Uhr noch einmal touchierte und eine Querlage diagnostizierte. Er überwies Frau Sch. der Frauenklinik zu Heidelberg mit obigen Angaben und der Mitteilung, daß die erste Geburt normal verlaufen sei; die zweite Geburt zeitigte Zwillinge, von denen eine Frucht ein Acardiacus war.

Bei der Ankunft in die Klinik am 8. 1., 8 Uhr morgens erwies sich der Uterus derart tetanisch kontrahiert, daß man nur eine Längslage feststellen zu dürfen glaubte, Einzelheiten aber unmöglich tasten konnte. Herztöne waren nicht zu vernehmen. Bei der inneren Untersuchung fühlte man den Muttermund fünfmarkstückgroß. Im Beckeneingang stieß man auf einen fest aufgepreßten weichen Teil, der sich nicht empordrängen ließ. Nach rechts war er etwas weicher als nach links. Nach vorn und oben fühlte man in der Tiefe des weichen Teiles ein hartes Gebilde. Herr Geheimrat Menge hielt es für möglich, daß es sich um eine Steißlage mit Steißgeschwulst handele, während der Assistent der Wochenstation es als Kopflage mit starker Kopfgeschwulst ansprach. Um Klarheit zu schaffen, wurde eine Röntgenaufnahme angeschlossen (Tafel II, Figur b).

Mit Müllerscher Wasserkühlröhre von 6 W. wird bei einer Belastung von 20—22 Milliampère während 17 Sekunden in Bauchlage der Patientin mittels Gehler-Folie die beigefügte Aufnahme hergestellt.

Man sieht im Blendenfeld das ganze rechte Os ileum der Mutter mit dem horizontalen Schambeinast bis zur Symphyse, einen Teil des Os sacrum sowie die drei unteren Lendenwirbel und den rechten Teil der Begrenzung des Beckeneinganges. Mitten im Schatten der Darmbeinschaufel erkennt man den Schatten der kindlichen Beckenknochen, sowie die sich nach oben daran anschließenden beiden Femura. Nach unten schließt sich die kindliche Wirbelsäule an, die vor der mütterlichen Articulatio sacroiliaca dextra im scharfen Bogen nach oben abbiegt, und deren Schatten mit dem der mütterlichen Wirbelsäule zusammenfällt. Zwischen drittem und viertem mütterlichen Lendenwirbel sieht man den Schatten der kindlichen Schädelbasis und rechts unter ihr den des kindlichen Unterkiefers. Zwischen viertem Lendenwirbel der Mutter und den kindlichen Femurschatten erkennt man deutlich die der kindlichen Humeri. Vor der Medianlinie des mütterlichen Sakrum liegt in weiten Abständen — $1^1/_2$—2 cm voneinander — die Hälfte der kindlichen Rippenbogen, während die andere Hälfte dicht zusammengedrängt oberhalb der rechten Articulatio sacroiliaca der Mutter zu sehen ist. Die Röntgendiagnose lautet: I. Dorsoanteriore Querlage, der tiefste Punkt ist die Gegend der unteren Brustwirbelsäule.



Die darauf folgende und wegen des auch in Narkose nicht verschwindenden Tetanus uteri äußerst schwierige Diszision und Exenteration ergab die Richtigkeit der Röntgendiagnose. Wegen der tetanischen Zusammenziehung des Uterusschlauches um die abgestorbene Frucht und wegen der Enge des Muttermundes war eine exakte Diagnose nicht möglich gewesen; die Vermutungsdiagnosen waren durch das Röntgenverfahren hinfällig geworden. Allein die Röntgenplatte bewies, daß es sich um eine Querlage handle, wie man sie bei Querlagen conduplicato corpore findet, die wegen der starken und nur selten zu beobachtenden Abknickung der kindlichen Wirbelsäule eine Längslage vorzutäuschen imstande sind. Die weiten Zwischenrippenräume auf der einen, die fast aufgehobenen der anderen Seite lassen ebenfalls mit absoluter Gewißheit auf den scharfen Knickungswinkel in Höhe der kindlichen Lendenwirbelsäule schließen, wodurch ja eine starke Annäherung des kranialen und kaudalen Endes des Fötus bedingt ist.

Aus den fünf geschilderten Fällen, die nur eine Auswahl aus unserem umfänglichen geburtshilflichen Röntgenmaterial darstellen, kann man ersehen, wie vielfach sich der Röntgenologe in der Geburtshilfe betätigen kann und wie mannigfaltige Fragen noch zu beantworten sind. Aber auch dem Geburtshelfer zeigen die Fälle, welche großen Vorteile er aus dem Röntgenverfahren ziehen kann. Auf diese Tatsachen sollte meine kurze Mitteilung erneut hinweisen.

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Heidelberg, Direktor Geh. R. Prof. Dr. Menge.

Röhrenbetrieb in der Gynäkologie.

Von

Dr. **Konrad Kayser**, Assistenzarzt.

Wie man für jeden Betrieb eine Lehrzeit nötig hat und sein Lehrgeld zahlen muß, so ist es auch mit der Behandlung von Röntgenröhren. Nicht nur die Röhrenfabriken mit ihren Ingenieuren müssen in langer Arbeit und mit großen Kosten die Typen der Röhren ausdenken und herstellen, sondern auch der Praktiker muß sich die für ihn geeignetsten Röhrenmodelle auswählen und sie dann mit Sorgfalt und Verständnis behandeln, um sie voll ausnutzen zu können, d. h. sie solange im Betriebe zu haben, wie ihr Material es nur irgend gestattet. Dazu gehört in erster Linie natürlich die Kenntnis aller physikalischen Vorgänge, soweit sie uns zurzeit bekannt sind, die die mehrfachen Energieumsetzungen bedingen. Außerdem aber gehört ein bestimmtes Maß an Zeit dazu, bis man sich das aneignet, was einem alle Theorie nicht geben kann, sondern nur der Umgang mit den Instrumentarien. Von diesen gleicht natürlich nie eins dem anderen. Besonders groß ist der Unterschied bei den Röhren. Jede hat ihre individuellen Eigentümlichkeiten, wie jeder zugeben wird, der sich längere Zeit intensiv mit dem Röntgenbetrieb befaßt hat; je eher man nun diese Individualität einer Röhre erfaßt, um so günstiger ist es für die Röhre und ihren Besitzer, denn um so länger werden beide miteinander arbeiten, wenn nicht irgend ein unvorhergesehener Zwischenfall dem Leben der Röhre den Untergang bringt. Doch auch abgesehen von diesen unvorhergesehenen Zwischenfällen ist die Lebensdauer bei scheinbar vollkommen gleichmäßiger Herstellungstechnik und denkbar gleichmäßigster Betriebsweise sehr verschieden. Im folgenden wollen wir die Arbeitsweise der Röntgenröhren an der Universitäts-Frauenklinik zu Heidelberg schildern und die Resultate in Parallele stellen mit anderweitig gemachten Erfahrungen. Leider sind die Angaben aus anderen Instituten recht vereinzelt. Das Interesse der Berichterstatter ist zurzeit naturgemäß noch mehr auf die Dosierung und die Art der Röntgentherapie, sowie die damit erzielten Erfolge gerichtet, als auf die Betriebsart der Röhren.

Seit dem Jahre 1908 arbeitet die Klinik mit einem Seifertinduktor, von 50 cm Funkenstrecke, mit dem anfangs sämtliche Arbeiten röntgenologischer Art erledigt wurden. 1911



wurde dazu ein Hochspannungsgleichrichter — Eresko — der Firma Seifert mit Einankerumformer, da die städtische Stromquelle Gleichstrom liefert — angeschafft. Erst im Jahre 1913 wurden noch zwei weitere Induktorapparate der Firma Reiniger, Gebbert & Schall erworben, die ganz den Gaußschen Angaben entsprechen. Im Vergleich zu unserem alten Seifertinduktor muß deren maximale parallele Funkenstrecke als klein bezeichnet werden. Entsprechend der verschiedenen Leistungsfähigkeit dieser vier Apparate hat sich ganz von selbst ihre Arbeitsteilung ergeben; und streng genommen darf man die Erfolge, die mit Röhren an den vier Apparattypen gewonnen sind, nicht nach demselben Maße messen. Es ist allgemein bekannte Tatsache, daß drei Röhren, die mit gleich niedriger Belastung an den drei Typen in der Zeiteinheit laufen, verschiedene Energieumwandlungsresultate liefern. Der Hochspannungsgleichrichter verbraucht bei niedriger Belastung bekanntlich einen großen Teil der Energie zur Ionisierung des Röhrengasinhaltes, so daß die Ausbeute an X-Strahlen relativ gering ist. Andererseits ist die Menge der X-Strahlen bei jedem einzelnen Induktionsschlag am großen Induktor größer als am kleinen, und um hier dieselbe Menge Röntgenlichtes zu erhalten, muß man entweder die Zahl der Unterbrechungen bei gleicher Betriebsspannung vermehren, oder die Spannung bedeutend höher wählen. Wir sehen daraus, daß also bei gleichem Effekt an die Antikathode, das Schmerzenskind der Röntgenologen, verschiedene Anforderungen gestellt werden. Will man mit größeren Stromstärken arbeiten, und legt man besonderes Gewicht auf harte X-Strahlen, so tritt der 50 cm-Induktor zurück gegen den Hochspannungsgleichrichter und das Gaußinstrumentarium, bei dem die Wicklungsverhältnisse so konstruiert sind, daß es sich für Tiefentherapie besonders eignet, während der Hochspannungsgleichrichter besonders gute Leistungen beim röntgenographischen Verfahren aufzuweisen hat. Aus all dem heraus ist es klar, daß wir, als wir noch in den Kinderschuhen der gynäkologischen Bestrahlung steckten, vor allem mit dem Seifertinduktor arbeiteten, während wir alle Arbeiten, bei denen es sich um hohe Milliamperezahl handelt und um gleichmäßiges, ruhiges Röntgenlicht, mit dem Eresko erledigten. Beide Instrumente leisten schon seit Jahren bei den an sie gestellten Aufforderungen Vorzügliches. Seit die Ansprüche des therapeutischen Verfahrens allerdings gewachsen sind und man Dauerbestrahlungen mit hoher Belastung wünscht, wird der alte Induktor zurückgedrängt, was auch nicht zu verwundern ist, da sein Konstrukteur nicht den Aufschwung der Therapie jahrelang voraussehen konnte. Die geringen therapeutischen Dosen haben wir verlassen, der alte Induktor hat sich ausgelebt und wird bereits durch ein neues Tiefentherapieinstrumentarium von Reiniger, Gebbert & Schall ersetzt. Auch mit dem Hochspannungsgleichrichter waren die Versuche nicht sehr ermutigend, als wir ihn für die Tiefentherapie heranziehen wollten; es kam mehrmals zum Durchschmelzen der Isoliermasse des Transformators, wodurch natürlich die Leistung des Apparates sehr in Frage gestellt wurde. Auch bevor dies äußerlich zu erkennen war, hatten wir bereits ein Zurückgehen in der Leistungsfähigkeit für die Röntgenographie konstatiert. Es liegt mir fern, der Firma Seifert daraus einen Vorwurf machen zu wollen. Meiner Ansicht nach darf man eben von einem Apparat nichts verlangen, was er nicht leisten kann; und er leistet es nicht, weil man früher nicht ahnte, daß es zu diesem Bedürfnis kommen würde. Seit man jetzt die Anforderungen kennt, wird man sicherlich auch Hochspannungsgleichrichter konstruieren, die den Ansprüchen der Röntgenographie und der Tiefentherapie gerecht werden. Allerdings wird dem Induktor als Spezialapparat für Tiefentherapie stets der Vorzug zu geben sein.

Unsere röntgenographischen Arbeiten werden ausschließlich mit dem Eresko hergestellt. Daß sie sich mit allen anderen publizierten Aufnahmen messen können, beweist wohl einwandsfrei der kürzlich erschienene Atlas von Eymer „Röntgenstrahlen in der Gynäkologie und Geburtshilfe", wie auch die übrigen aus hiesiger Klinik publizierten Röntgenogramme (Eymer, Kayser). Nach unseren Erfahrungen leistet der Hochspannungsgleichrichter im Aufnahmeverfahren Vorzügliches. Zwar ist es nicht möglich, Momentaufnahmen, wie mit dem Einzelschlagverfahren herzustellen, es kommt ja aber auch auf unserem Spezialgebiet



auf ein Zehntel Sekunde mehr oder weniger nicht an. Und Hergenhahns Behauptung, daß der Einzelschlagapparat — in jenem Falle ein Blitzapparat der Veifawerke — für Aufnahme und Therapie dem Hochspannungsgleichrichter — in jenem Falle ein Idealapparat von Reiniger, Gebbert & Schall vorzuziehen sei, wegen der Röhrenschonung und der Bildqualität, ist ja nicht unwiderlegt geblieben. Immerhin erkenne ich an, daß sich für einen Internisten, dem es darauf ankommt, Bewegungen des Gefäß- und Intestinalsystems kinematographisch festzustellen, eher das Einzelschlagverfahren eignet, bei dem bekanntlich ein einziger Induktionsschlag die für die Aufnahme nötige X-Strahlenmenge liefert.

Gauß hat das unbestreitbare Verdienst, durch seine mannigfachen Versuche und Erwägungen bewiesen zu haben, daß man, ohne die Patientinnen zu gefährden, im Vergleich zur bisherigen Behandlungsweise bedeutend höhere therapeutische Röntgendosen applizieren kann, als man bis dahin gewagt hatte. Um dies Ziel in relativ kurzer Zeit zu erreichen, war es natürlich, daß man mit höheren Stromstärken arbeitete. Das hatte wieder zur Folge, daß die Fabrikanten Induktorien für diese Zwecke bauten, und so hat vor allem die Firma Reiniger, Gebbert & Schall im Verein mit Gauß einen Induktor für speziell tiefentherapeutische Zwecke auf den Markt gebracht. Wir arbeiten mit diesem Typ seit Frühjahr 1913.

Wie die Bauart des Induktors rsp. Transformators auf die Röntgenröhre beim Betriebe verschieden einwirkt, so ist auch die Art des Unterbrechers nicht ohne Einfluß auf die Lebensdauer der Röhre. Der undulierende Gleichstrom des Gleichrichters, dessen beide Phasen ausgenutzt werden, wird natürlich die Antikathode der Röhre viel stärker erhitzen und dadurch die Lebensdauer rascher herabsetzen, als der Induktionsapparat mit mechanischem, oder Elektrolyt-Unterbrecher, bei dem zwischen den einzelnen Stromstößen eine Pause liegt, in der die Spannung allmählich vom Nullpunkt an bis zur minimalen Durchschlagsspannung anwächst. Freilich wird die Lebensdauer hier wieder gefährdet durch das Zustandekommen von Schließungsstrom, der zum Zerstäuben reichlicher Metallmassen Anlaß gibt, da die aus Platin bestehende Antikathode in diesem Falle Kathode wird. Um das Schließungslicht zu vermeiden, bedienen wir uns der dreiteiligen Drosselröhre, die jetzt sogar mit den modernen Fernregenierungen versehen ist, auf die wir später noch zu sprechen kommen werden. Ob die Dreiteilung der Drosselröhren rationell ist, wage ich nicht zu entscheiden. Tatsache ist jedoch, daß die drei Teile verschieden intensiv aufleuchten. Es herrscht in den einzelnen Teilen also wohl nicht ein gleich hohes Vakuum; vielleicht müßten die Kommunikationsrohre stärker im Kaliber gewählt werden. Auch die veränderliche Vorschaltfunkenstrecke erfüllt ihren Zweck, die schädlichen Schließungsströme abzufangen in völlig zufriedenstellender Weise, entgegen der theoretischen Erwägung Walters, daß der bei stärkerem Stromdurchgang sich bildende Lichtbogen ein guter Leiter für die Schließungsströme sei. Für besonders wichtig erachten wir es, daß der innere Glasmantel der Vorschaltfunkenstrecke recht oft gereinigt wird, da die sich hier niederschlagende Feuchtigkeit und der Staub das Funktionieren in Frage stellen können. Es kommt die Beseitigung der Schließungsströme ja besonders bei den mechanischen Unterbrechern in Betracht, während beim Wehneltunterbrecher die Gefahr bei weitem nicht so groß ist, denn hier kann man durch genügende Abstufung der Selbstinduktion die Schließungsspannung tunlichst vermeiden. Wir hatten das Einschalten der Drosselröhre in der Tat auch eigentlich nur bei weichen Röhren oder im Augenblick kurz nach kräftiger Regenerierung oder bei neuen Röhren nötig. Die Nachteile des Wehneltbetriebes sind nach meiner Erfahrung am ersten Induktionsapparat nicht sehr groß gewesen. Das Herabgehen der Unterbrechungszahl bei zunehmendem Härterwerden der Röhre kann durch Ausschalten von Widerständen beseitigt werden. Unangenehm ist entschieden das Geräusch, das sich nur durch Aufstellung des Unterbrechers im Nebenraum beseitigen läßt, und der Geruch, der namentlich nach Explosion, wie sie bei harten Röhren und stärkeren Belastungen gelegentlich kaum gänzlich vermieden werden können. Sehr fraglich ist es außerdem, ob bei der Luftregenerierung, die die Luft des Laboratoriums doch in der Hauptsache benutzt, nicht ein schädlicher Einfluß durch das Einblasen der mit schwefligsauren

Dämpfen erfüllten Luft auf das Alter der Röhren ausgeübt wird, denn man wird schwerlich im Röntgenzimmer so gute Ventilatoren haben, daß jede Spur der verdampften H_2SO_3 beseitigt wird, oder jedesmal zum Regenerieren in ein anderes Zimmer gehen, vor allem, da ja die meisten Röhren heute während des Betriebes regeneriert werden. Das erste Gaußinstrumentarium arbeitet mit dem Rekordunterbrecher. Wenn man wie wir, vorher jahrelang mit dem Elektrolytunterbrecher gearbeitet hat, ist es ziemlich schwer, sich an den mechanischen Unterbrecher zu gewöhnen. Sein Geräusch ist vielleicht nicht so intensiv, auch der Geruch ist nicht so stark, dagegen ist das Verschlammen des Quecksilbers, das sehr häufig bei großem Betrieb, wie wir ihn jetzt haben, eintritt, sehr lästig. Alle 8—14 Tage muß man die nicht sehr säuberliche Reinigung vornehmen. Vorzüglich arbeitet es sich mit dem neuen Apexinstrumentarium, das uns die Firma Reiniger, Gebbert & Schall aufstellte, nachdem wir mit dem ersten Instrumentarium nicht ganz zufrieden gestellt waren. Der hier zur Verwendung gekommene Gasunterbrecher arbeitet sehr prompt und rationell; außerdem ist ein Reinigen bei weitem seltener nötig. Umständlich ist höchstens, daß in Häusern, die keine Gasleitung besitzen, das Gas von weither geleitet werden muß. Der Zusatzunterbrecher, ebenfalls von Gauß angegeben, ist bei den heutigen gewünschten großen Belastungen für die Röhrenersparnis ebenfalls von großem Werte. Wir haben Erfahrungen zu verzeichnen mit dem Rhythmeur von Reiniger, Gebbert & Schall und dem der Firma Seifert, einem Kontaktunterbrecher. Dieser war uns bereitwilligst zum Versuche überlassen; wir haben uns schließlich aber doch für den Rhythmeur von Reiniger, Gebbert & Schall entschieden, da dieser ohne Zwischenfall tage- und wochenlang läuft, während bei dem anderen Unterbrecher des öfteren Betriebsstörungen unterliefen.

Sehr wichtig ist es, die Röhren während des Betriebes unter dauernder Kontrolle zu haben. Das primitivste und sicherlich nicht das schlechteste Mittel zu diesem Zwecke ist für den Geübten das Gehör und das Gesicht. Jede Röhre hat ihren bestimmten Ton beim Betriebe, der sich schnell dem Ohre einprägt und sich bei Änderung des Härtegrades wesentlich ändert; ebenso vermag das Auge im verdunkelten Zimmer bis zu einem gewissen Grade die Röhre zu beurteilen. Die Intensität der Glasfluoreszenz, die Fleckenbildung, das Auftreten von Anodenlicht lassen Schlüsse zu in bezug auf den Härtegrad und das Auftreten von Schließungslicht. Ferner ist das Auftreten von hellen Lichterscheinungen an den Einschmelzungsstellen der Elektroden ein „Memento mori", das ein sofortiges Ausschalten fordert, wenn man nicht das völlige Zugrundegehen der Röhre herbeiführen will. Es handelt sich hier meist um ein Abschmelzen oder Lockern der Metallglasverschmelzungen. Doch all diese Mittel sind zu subjektiv, als daß man allein mit ihnen auskäme, und man muß daher unbedingt etwas objektivere Methoden der Röhrenbeurteilung mit zu Hilfe nehmen, das Drehspul-Milliampèremeter und das Qualimeter von Bauer. Auch sie lassen nicht direkte Schlüsse auf die Vorgänge in der Röhre zu, wenigstens nicht streng genommen. Der Milliampèremeterausschlag ist zum Beispiel nach Wertheim-Salomonson unter sonst gleichen Verhältnissen je nach Koppelung mit Antikatode oder Anode oder Antikatode-Anode derselbe, während die Ausbeute an X-Strahlen eine wesentlich differente ist, da der von der Hilfsanode abfließende Teil der Elektrizität nicht zur Bildung von X-Strahlen benutzt wird. Außerdem zeigt das Milliampèremeter ja immer nur Mittelwerte an, so daß man eigentlich, um das Vorhandensein von Schließungslicht ausschließen zu können, eigentlich noch einer Glimmlichtröhre bedarf. Die Bewertung des Milliampèremeters ist bei den verschiedenen Autoren eine sehr wechselnde. Während Walter es empfiehlt und als zuverlässig lobt, erklärt Wertheim-Salomonson, daß es nur mit Vorsicht und Kritik zu verwenden sei. Nach unseren eigenen Erfahrungen kann man es im Betriebe nicht entbehren, weder in der Therapie noch im Aufnahmeverfahren. Namentlich bei letzterem, wo wir meist gleiche Selbstinduktion und gleiche Schaltung der Widerstände für die meisten Aufnahmen verwenden, schafft der Milliampèremeterausschlag uns die Möglichkeit die Röhrenhärte bis auf Bruchteile eines Härtegrades zu

bestimmen. Ferner ist das Produkt: „Milliampèresekunde“ ja in der Röntgenographie in gewissen Grenzen eine bestimmte Größe, und man kann schon sagen, daß es bei Aufnahmen nicht so große Differenzen bietet, ob ich dasselbe Objekt bei einer Belastung von 18 M.-A. 6 Sekunden oder bei einer solchen von 27 M.-A. 4 Sekunden belichte. Natürlich werden die Platten verschieden sein. Die erste wird weicher, detaillierter sein, die andere weniger detailliert, da ja in der komplexen Strahlung der Röhre bei höherer Belastung der harte Strahlenanteil wächst; aber die Belichtungsdauer ist, wenn im ersten Falle richtig gewählt, es auch im zweiten. Ebenso ist für die Therapie das Rechnen in „Milliampèreminuten“ sehr einfach, selbstverständlich unter Voraussetzung, daß gleichzeitig der Härtegrad der Röhre angegeben wird, denn ohne diesen kann die Angabe in Milliampèreminuten natürlich ganz verschiedene biologische Werte haben.

Das zweite Meßinstrument, nach dem Prinzip des Elektroskops gebaut, das Bauersche Qualimeter, hat sich in den meisten Laboratorien einen festen Platz erobert. Es wird einpolig mit der Kathode des Induktors verbunden. Wenn Loose behauptet, es erübrige im Verein mit dem Milliampèremeter alle weiteren Härteskalen, so ist das wohl zu hoch gegriffen. Es ist ein sehr bequemes, vom Schutzhaus aus zu beobachtendes Meßinstrument, daß uns die Schwankungen der Röhrenhärte angibt. Aber auch nur das! Zum objektiven Messen des bestehenden Härtegrades kann nur einer der anderen Härtemesser nach Wehnelt, Walter, Benoist usw. angewandt werden. Nach unseren Erfahrungen würde ich auch lieber einen Tag ohne Qualimeter arbeiten als 5 Minuten ohne Milliampèremeter. Es erleichtert den Röhrenbetrieb ganz entschieden, aber man darf seinen Wert nicht überschätzen und im Vertrauen auf seine Zuverlässigkeit nicht vernachlässigen, mit anderen Methoden den Härtegrad der Röhren zu bestimmen — gleiche Belastung immer vorausgesetzt — wenn man sich vor gelegentlichen Schädigungen an Röhren oder Patienten bewahren will.

Das Röhrenmaterial der Heidelberger Universitäts-Frauenklinik setzt sich der Hauptsache nach aus Müllerröhren zusammen, und ich kann sagen, wir sind bisher vor keine Aufgabe röntgenologischer Art gestellt worden, die wir nicht mit der Müllerröhre zu unserer vollsten Zufriedenheit hätten lösen können. Alle Arbeiten konnten mit der Wasserkühlröhre erledigt werden. Wenn wir trotzdem auch die Modelle anderer Fabriken anschafften und ausprobierten, geschah es nur, um auch diese kennen zu lernen, nicht aus dem Bedürfnis heraus, etwas Besseres zu suchen. Wir haben Bauer-, Gundelach-, Radiologieröhren usw. angeschafft, konnten aber keinen Anlaß finden, von der Wasserkühlröhre abzugehen. Die Fabrikate anderer Firmen waren gewiß vorzüglich, aber eine der Wasserkühlröhre überlegene Röhre fand sich für unsere Zwecke nicht; das Hantieren mit der wassergefüllten Röhre, der gelegentliche Wasserwechsel ist entschieden eine Unbequemlichkeit, und so ist es selbstverständlich, daß man auch andere Modelle ausprobiert, die diese Nachteile nicht haben und ihre Arbeit durch andere Hilfsmittel gewährleisten.

Das wichtigste an der ganzen Röntgenröhre ist ja doch die Bauart der Antikathode. Von ihr hängt in erster Linie die Konstanz und die Lebensdauer der Röhre ab. Sie muß so gebaut sein, daß die von ihr ausgehende Strahlenmenge groß ist, — also aus Platin oder einem ähnlichen Metall bestehen — und muß die dort sich bildende Wärme möglichst schnell von ihrem Entstehungsort und den Röhrenwandungen abfließen lassen. Bei der direkten Wasserkühlröhre wird das durch die zirkulierende Wassermenge, die große Wärmekapazität besitzt, in einfacher, zufriedenstellender Weise besorgt. Die zweite Art, wie man der Überhitzung der Antikathode begegnen kann, besteht darin, ein gut wärmeleitendes Metall zu nehmen und den Antikathodenklotz recht massiv zu wählen. Das eine hat den Nachteil, daß das wärmeleitende Metallrohr eben noch einen großen Teil der Wärme an das Vakuum und die Glaswand abgibt, andererseits darf die Masse der Antikathode ein gewisses Maximum nicht überschreiten, da das Auspumpen des Rohres sonst nicht gelingt und die Antikathode wieder ausatmet, so daß die Röhre bereits beim Stehen weicher wird. Bei nicht



hohen und nur kurzen Belastungen kommen diese Fragen ja nicht so sehr in Betracht, um so mehr bei der Tiefentherapie. Es ist daher nicht zu verwundern, daß von allen Seiten daraufhingearbeitet wird, diese Mißstände zu beseitigen. Wenn Dessauer eine neue Röhre konstruiert hat, wo man die mit einem Kupferklotz hinterlegte Antikathode durch einen aufgeschobenen Wasserbehälter kühlt, so wird dadurch erreicht, daß man mit der Röhre ohne Wasserkühler Schnellaufnahmen machen kann, denn der große Kupferklotz nimmt kurze Zeit lang eine große Wärmemenge auf, andererseits kann man die Röhre auch mit Wasserbehälter zur Dauerbenutzung verwenden. Der Gynäkologe hat aber wenig Vorteil davon, denn die Wasserkühlröhre erlaubt uns sämtliche vorkommenden Aufnahmen und die Beseitigung des Wassers ist ja damit nicht erreicht, im Gegenteil, die Handhabung scheint mir durch das Wechseln des Kühlbehälters, der aufgeschoben werden muß, umständlicher als die der einfachen Wasserkühlröhre. Wir haben indessen keine Erfahrung mit diesem Modell. Die Firma Müller gibt außer der Rapid-Wasserkühlröhre noch die Zangenröhre heraus, bei der die auf der Antikathode gebildete Wärme in eine dem Antikathodenrohr sich anschmiegende Metallzange abgeleitet wird, die nach der Erwärmung gewechselt wird. Auf anderer Erwägung beruht ein von Zacher angegebenes Modell, bei dem ein nicht auswechselbares, aber gut wärmeleitendes Metallstück konisch in den Antikathodenklotz eingelassen ist und die Wärme nach einem außerhalb der Röhre befindlichen Rippenkühlkörper abfließen läßt. Beide Typen mögen für hohe Belastung von kurzer Dauer oder niedere Belastungen in längerer Zeit gut sein, den Anforderungen moderner Tiefentherapie halten sie nicht stand, sind auch nicht speziell dafür konstruiert. Ähnlich, doch für unsere Zwecke geeigneter ist das Stabilrohr der „Radiologie"-gesellschaft gearbeitet. Das Antikathodenrohr besteht aus einem praktisch unschmelzbarem, schlecht wärmeleitfähigem Metall. Hierdurch gelangt die an der Antikathode entstehende Wärme fast ohne Verlust an den außerhalb der Röhre liegenden Kühlkörper, was man daraus erkennen kann, daß dieser schon sehr heiß ist, während die Wandungen der Röhre relativ kühl sind. Aus dem Immelmannschen Institut wies Schütze erst kürzlich auf die gute und ökonomische Arbeit dieser Röhre hin. Auch wir haben zwei dieser Modelle im Betrieb und sind außerordentlich zufrieden damit, solange die ununterbrochene Arbeitszeit 15 Minuten nicht übersteigt. Darüber hinaus fängt die Röhre an, im Härtegrad herunterzugehen, außerdem ist der Kühlkörper währenddessen so heiß geworden, daß man das Zuleitungskabel nur mit Vorsicht abnehmen kann. Dehnt man die Einzelbestrahlung nicht so lange aus, so läuft die Röhre sehr konstant und ruhig. Eine weitere, sehr sinnreiche Kühlvorrichtung findet sich an der „Radiologie-Starkstromröhre", die Fürstenau beschreibt. Aus der Erwägung heraus daß die Wärmeaufnahmefähigkeit einer Antikathode durch die spezifische Wärme des Metalles bedingt wird, ist er auf den Gedanken gekommen, ein Metall oder eine Legierung von hoher spezifischer Wärme zu wählen, und diese als Schmelzpatrone in die Antikathode einzubauen. Da diese Schmelzpatrone jedoch schon bei relativ geringen Wärmegraden zu schmelzen beginnt, umhüllt er sie mit einem Kupfermantel. Das Kupfer besitzt mittlere spezifische Wärme und gute Wärmeleitfähigkeit bei verhältnismäßig hohem Schmelzpunkt. Ist die Temperatur der Schmelzpatrone bis zum Schmelzpunkt angestiegen, so steigt ihre Absorbtionsfähigkeit bei weiterer Erwärmung um 1° Celsius um das dreihundertfache. Auch die Brauchbarkeit dieser Röhre, die auf genialer theoretischer Grundlage erbaut ist, erweist sich als sehr befriedigend. Sie läuft zur vollen Zufriedenheit bei 6 Milliampère ihre zehn Minuten, ohne daß das Vakuum eine Änderung erfährt. Nach Angaben von Fürstenau soll sie Belastungen von solcher Dauer aushalten, wie es bisher bei keinem anderen Modell erreicht ist. Ein ähnliches Kühlprinzip hat die von Amrhein angegebene Maximumröhre für „Rapid-Tiefentherapie" der Veifa-Werke. Ein durch einen Motor angetriebenes Gebläse saugt aus einem Gefäße Wasser und schleudert es mit Schnelligkeit gegen die Hinterfläche der Antikathode, wo die Wasserpartikelchen in Wasserdampf verwandelt werden, der aus dem Antikathodenrohr entweichen kann. Dieser Vorgang bewirkt durch den Verbrauch großer Wärmemengen starke Kühlung.

Leider liefern die Veifa-Werke diese Rohre nur in Verbindung für den Reformapparat, so daß die sicherlich sehr leistungsfähige Röhre für die meisten Röntgeninstitute unerreichbar ist. Nach Angabe der Firma soll sich die Amrheinröhre an anderen Instrumentarien nicht genügend einwandfrei betreiben lassen, was physikalisch schlechterdings nicht einzusehen ist.

Um dem Wasser als Kühlmittel aus dem Wege zu gehen und in der Erwägung, daß metallreiche Röhren doch auf die Dauer nicht genügende Kühlung schaffen, ist von mehreren Seiten CO_2 und Luft vorgeschlagen. So schildert Mayer-Basel auf dem VIII. Kongreß der deutschen Röntgengesellschaft in Berlin ein Verfahren, mit dem er das Äusere und die hohle Antikathode durch Druckluft, die aus einem Gebläse komme, kühlt und ein befriedigende Konstanz des Vakuums damit erzielt. Auch Zacher beschreibt in der „Strahlentherapie" eine ähnlich gebaute Röhre, die von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall vertrieben wird, als „Preßluftröhre". Durch einen kleinen Motor wird in das Antikathodenrohr direkt an den Antikathodenklotz kühle Preßluft geblasen; diese erwärmt sich hier und entweicht durch eine zweite Öffnung die am äußeren Ende des Antikathodenrohres liegt. Die Versuche, die mit der Röhre angestellt wurden, waren nach den damaligen Mitteilungen sehr ermutigend. Bei der praktischen Anwendung stößt man aber doch auf mannigfache Schwierigkeiten, so daß man wohl sagen kann, für den Gebrauch eignet sich dieses Modell noch nicht recht. Das Modell bedarf noch der Vervollkommnung. Es sind damit nicht alle Methoden, die darauf hinarbeiten, die schädliche Wärme von der Antikathode zu entfernen, erschöpft; auch andere, hier nicht erwähnte Forscher, deren Verdienst vielleicht nicht minder groß ist, haben mitgearbeitet, die für den Gynäkologen bedeutsamsten Modelle glaube ich erwähnt zu haben.

Ebenso wichtig wie die Bauart der Antikathode für das Lebensalter der Röhre ist die Regeneriervorrichtung. Dieser Satz entspricht vielleicht nicht mehr lange der Wirklichkeit, wenn die Rosenthal-Lilienfeldschen Publikationen, auf die wir weiter unten noch zu sprechen kommen werden, sich praktisch brauchbar erweisen. Bisher jedoch war es Tatsache, daß die Röhren, die nicht durch einen Zufall unbrauchbar wurden, ihr Leben dadurch beschlossen, daß die Regeneriermöglichkeit erschöpft war und die Röhre dann über kurz oder lang beim Versuche dem Regenerierstoff — Kohle. Glimmer, Ätzkali usw. — noch etwas Gas abzuringen, durchschlagen wurde. Wohl hatte man mit der Zeit gelernt, Stoffe als Regeneriermittel zu wählen, die relativ viel Gas abgaben und lange Zeit haltbar waren; auch dadurch, daß man nach Fürstenaus Vorschlag, der eine Modifizierung der Snookschen Anordnung war, den bei der Betätigung sich bildenden Funkenübergang weit ab von der Röhre legte, war die Gefahr des Röhrendurchschlags herabgesetzt; wirklich praktische Regeneriervorrichtungen aber, die die Sache einen Schritt vorwärts brachten, sind nach unseren Erfahrungen erst durch die Bauersche Luftfernregulierung und die durch Villard und Holzknecht angegebene Osmofernregulierung gemacht. Ich muß darin Loose beipflichten, der erklärt, daß mit dem Moment der jetzigen Bauerschen Luftfernregulierung eine neue Ära begonnen hat. Das zeigt sich sehr schön in Folgendem. Als wir die Bauersche Fernregulierung angeschafft hatten und lange Zeit ohne Störung arbeiteten, bat der Leiter der Firma C. H. F. Müller brieflich um eine Erklärung, warum die sonst so prompt eingetroffenen Aufträge so lange ausblieben. Ich konnte ihm nur mitteilen, daß die Röhrenersparnis seit Anschaffung der Bauerregenerierung enorm gestiegen sei. Eymer wirft in seinem Atlas „Röntgenstrahlen in der Geburtshilfe und Gynäkologie" die Frage auf, ob auch die Zuführung atmosphärischer Luft für die Röhre genau so unschädlich ist wie die gewisser Gasarten.

Die Ansicht „Luft wird beim Herstellen der Röhre bis auf minimale Mengen aus der Röhre herausgepumpt, also ist es auch das Natürliche solche wieder zuzuführen, wenn der Rest verbraucht ist," ist zwar sehr bestechend, aber die Erfahrung hat uns in neuster Zeit gelehrt, daß die Röhren mit Osmoregenerierung doch länger und konstanter laufen als die mit Bauerregenerierung. Das läßt doch immerhin den Schluß zu, daß der Wasserstoff, der statt der verbrauchten Luft eingelassen wird, günstiger auf die Röhre einwirkt als die zugeführte



Luft bei der Bauerregenerierung. Man kommt zu der Annahme, daß vielleicht gerade der Sauerstoff für die Röhre schädlich ist, während der Wasserstoff indifferent wirkt. Die Verstäubungsvorgänge bei mit Osmoregenerierung versehenen Röhren sind bedeutend geringer und Walthers Beobachtung, daß man bei harten Röhren die Erscheinung beobachtet, daß die Röhren durch weitere Wasserstoffzufuhr nicht mehr richtig in Gang zu bringen sind, können wir nicht bestätigen. Ist demnach unsere Ansicht, daß der Sauerstoff gerade das schädigende Moment für den Röhrenbetrieb ist, während der Wasserstoff ihn begünstigt, richtig, so wäre es doch das Gegebene, von allem Anfang an keinen Sauerstoff in der Röhre zu dulden, also bei der Herstellung der Röhre nicht ein gewisses Luftvakuum sondern ein Wasserstoffvakuum zu schaffen. Wenn nun auch die Abstufung des Regenerierens bei der Osmoregenerierung feiner ist und ein Überregenerieren leichter vermieden wird, hat uns auch die Luftregenerierung im Anfang, wie schon geschildert, gute Dienste geleistet. Theoretisch sind sowohl die Osmo- wie die Luftregenerierung unerschöpflich. Trotzdem ist die Lebensdauer der Röhren doch nicht unbegrenzt. Im Alter der Röhre bemerkt man schließlich, namentlich bei Röhren mit Bauerregenerierung, daß das Regenerieren, selbst wenn es so ausgiebig ist, daß Anodenlicht sichtbar wird, immer kürzere Zeit vorhält. Nach wenigen Minuten ist die Röhre wieder hart und beginnt zu knistern, bis eines Tages die Röhre doch einmal durchschlägt. Diese Erscheinung hängt wohl mit Zerstäubungsvorgängen, die nie gänzlich vermieden werden können, zusammen. Die kleinen Metallteilchen an der Glaswand, die selbst an ihrer Oberfläche andere Gestalt annimmt und vielleicht auch an dem Vorgang beteiligt ist, vermögen eben einen großen Teil der zugeführten Luft in kurzer Zeit zu binden. Trotz allem bleiben nach unseren Erfahrungen die Luft- und Osmoregenerierungen für gynäkologische Zwecke die günstigsten, und für Therapie- und Aufnahmeverfahren können wir sie aufs wärmste empfehlen. Bei der Therapie schaffen sie uns die Möglichkeit, Röntgenlichtmengen von gleicher Qualität zu applizieren, in der Aufnahmetechnik ist es möglich, Bilder einheitlicher Art zu erzielen, da wir der hart gewordenen Röhre in wenigen Sekunden das gewünschte Vakuumgemisch geben können.

Ob spätere Röntgenologen noch unsere jetzigen Regeneriermethoden anwenden werden, ist nach den Veröffentlichungen von Lilienfeld-Rosenthal sehr in Frage gestellt. Lilienfeld fand, daß die überharte Röntgenröhre die für den hochgespannten Induktionsstrom nicht mehr durchlässig ist, sofort Leitfähigkeit gewinnt, wenn ein Hilfsglühund Leitfähigkeitsstrom von relativ niederer Spannung die Röhre passiert. Momentan gibt die Röhre Röntgenlicht, dessen weicher Strahlenanteil um so größer ist, je höher die Spannung des Hilfsstromes. Man hat es also vollkommen in der Hand, je nach Änderung des Hilfsstromes mit harter oder weicher Röhre zu arbeiten. Daß diese Entdeckung Lilienfelds nicht nur theoretisches Interesse hat, beweisen die Publikationen Rosenthals, der die Brauchbarkeit dieses neuen Röhrenmodells für die Röntgenoskopie und Röntgenographie festgestellt hat und seine Behauptungen durch beigefügte Röntgenogramme beweist. Auch Holzknecht bezeichnet nach eigener Erfahrung die Lilienfeldsche Arbeit als die epochemachendste Entdeckung seit Röntgens Publikationen. Wenn diese Röhre für die Tiefentherapie dienstbar zu machen wäre, handelte es sich allerdings um einen Fortschritt von großer Tragweite.

Die Angaben über das Lebensalter der Röhren sind in der Literatur nicht zahlreich. Wo sie gegeben werden, sind sie meist nicht genau genug. Eine wirklich klare Übersicht wird vor allem dadurch unmöglich, daß meist nicht die ganze Lebensdauer bekannt gegeben wird, sondern irgendeine Zeitangabe mit dem Zusatze, die Röhre sei noch voll betriebskräftig. Die Übersicht wird dadurch recht erschwert, wenn auch die Mitteilungen gewisse Schlüsse zulassen. Loose berichtet über 18 Röhren — 7 Müller, 6 Bauer, 3 Gundelach, 1 Polyphos, 1 Reiniger, Gebbert & Schallröhren — von denen keine unter 1000 Untersuchungen — Aufnahme und Durchleuchtungen — leisten; sie waren sämtlich mit Bauerscher Luftregenerierung

versehen, wodurch der Röhrenkonsum von 15 pro anno auf 4 in 1 1/2 Jahren herabgesetzt wurde. Gräßner und Benthaus erzielen an einem Reiniger, Gebbert & Schall Spezialinduktor für Tiefentherapie mit Gundelach-Moment-Therapieröhren und Müller-Rapidröhre 36 Betriebsstunden, wonach beide Röhren noch durchaus gebrauchsfähig sind. Hergenhahn gibt an, daß er mit 3 großen Gundelachröhren 600 Aufnahmen am Blitzapparat und ebensoviel am Idealapparat machte und daß die Röhren danach noch tadellos arbeiteten; ebenso wurden ohne Schädigung der Röhren am Induktor z. B. in 14 Tagen 14 Sitzungen à 10 X verabfolgt. Gauß gibt das Alter seiner ältesten vier Wasserkühlröhren an, die durchschnittlich mit 5—6 M.-A. belastet wurden und noch voll im Gebrauch stehen.

1. 4400 Minuten
2. 4500 „
3. 5100 „
4. 5190 „

} durchschnittlich 80 Stunden.

5. 90 Stunden bei 2 M.-A. noch in voller Rüstigkeit.

Er vergleicht seine Resultate mit den Angaben Eymers, der vor ihm als Durchschnittsalter von vier Müllerschen Wasserkühlröhren, die mit 1—2 M.-A. betrieben wurden, 42 Stunden angibt und kommt zu dem Schluß, daß er rationeller arbeitete. In einer Beziehung hat er recht, denn die höhere Belastung greift die Anthikathoden sicher mehr an. Doch ist aus seinen Angaben nicht ersichtlich, ob die bei dem Rhytmeurbetriebe röntgenlichtfreien Zeiten bereits abgezogen sind oder nicht, denn der Rhytmeur bewirkt ja nach seinen Angaben, daß die Zeit der Stromschließung zur Zeit der Strompause sich verhält wie 1:2. Wenn er also angibt, daß seine Röhren im Durchschnitt 80 Stunden laufen, so geht aus der Bemerkung nicht hervor, ob er bereits 2/3 der Gesamtzeit abgezogen hat. Außerdem veröffentlicht Eymer in seinem Atlas bereits das Lebensalter zweier Müller-Rapidröhren mit

1. 133 h 50
2. 162 h 13 (noch im Gebrauch)

und ich kann jetzt von einer Müller-Rapidröhre unseres Röntgeninstitutes mit Bauerregenerierung berichten, die 268 h 50 Minuten zur vollen Zufriedenheit bei einer Belastung von 1—2 M.-A. arbeitete und eine Härte von 11—12 Wehnelt anzeigte. Sie hätte noch länger ihre Arbeit verrichtet, wenn sie sich nicht, zu lose eingespannt durch Aufschlagen auf das Stativ einen Sprung zugezogen hätte. Das Lebensalter unserer Therapieröhren, die nicht mehr zu reparieren waren, verteilen sich folgendermaßen:

1.	Müller-Rapid	1	Reparatur.	Glimmer-Regenerier .	182 h 21.
2.	„ „	0	„	Glimmer-Kohle . .	133 h 59.
3.	„ „	0	„	„ „ . .	72 h 17.
4.	„ „	0	„	„ „ . .	33 h 01.
5.	„ „	2	„	„ „ . .	73 h 30.
6.	„ „	0	„	Bauer. Luft . .	74 h 03.
7.	„ „	1	„	„ „ . .	47 h 18.
8.	„ Penetrans	2	„	Bauer-Kohle-Glimmer	147 h 0.
9.	„ „	1	„	Bauer	66 h 32.
10.	„ Rapid	0	„	„	268 h 50.

Als Durchschnittsalter ergibt sich für die Röhre 109 h 53. Ich bin mir bewußt, in meiner Aufstellung drei Röhren nicht aufgezählt zu haben, da sie bereits während der ersten Bestrahlungen durch Versehen des Arztes und der Schwester unbrauchbar gemacht wurden. Den Fabrikanten oder die Röhre selbst traf keinerlei Schuld.

Die Daten der noch im Betrieb stehenden Röhren vernachlässige ich hier; nur um nicht einseitig zu erscheinen, da die aufgeführten Röhren sämtlich Müllerfabrikate sind, möchte ich erwähnen, daß eine Radiologie — Stabilrohr 26 Stunden, ein zweites 54 Stunden gearbeitet



hat und beide noch keine Alterserscheinungen zeigen. Auch eine Radiologie — Starkstromröhre, der dieselben Aufgaben, wie den Müllerröhren gestellt werden, hat, ohne Schaden gelitten zu haben, 25 Stunden gearbeitet. In neuester Zeit, wo wir drei Tiefentherapieapparate aufgestellt haben und die an die Röhren gestellten Aufgaben sich gesteigert haben, wird der Verbrauch am Röhrenmaterial voraussichtlich auch größer werden, noch mehr, als auch mehr Personal erforderlich ist, während die ganze Arbeit nur von einem Arzt und von einer Schwester, die lange Jahre die Sache in Händen hat und mit großer Gewissenhaftigkeit ihr Amt versieht, erledigt wurde.

Nähere Angaben über unsere Aufnahmeröhren haben wenig Wert, da unser Aufnahmematerial im Verhältnis zu anderen Instituten doch immerhin klein ist, außerdem unsere Aufnahmeröhren fast durchweg den Anschein erwecken, als würden sie uns noch lange Zeit Dienste leisten. Nur um ein Beispiel anzugeben, möchte ich mitteilen, daß eine Müllersche Wasserkühlröhre, noch mit Glimmerkohlregenerierung versehen, bereits 196 Aufnahmen machte, meist mit einer Härte von 7—9 Wehnelt, einer Belastung von 16—30 Milliampère und einer jedesmaligen Belichtungsdauer von 10—16 Sekunden. Diese Röhre wird fast ausschließlich zu Becken- und Graviditätsaufnahmen benutzt und leistet noch heute Vorzügliches. Ihre scharf abgegrenzte Halbteilung, die schöne violette Verfärbung ohne braunen Metallniederschlag und die nicht angestochene Antikathode, berechtigen uns zu der Hoffnung, daß sie uns noch manch guten Dienst leisten wird.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen sind also für den gynäkologischen Röntgenbetrieb die Wasserkühlröhren von keiner anderen Röhre übertroffen, sie eignen sich für Röntgentherapie und Röntgenographie. Wir haben bisher drei verschiedene Modelle für die Therapie verwandt, die Rapidröhre, die Penetransröhre und die Wolframröhre. Ich persönlich gebe der Rapidröhre vor den beiden anderen den Vorzug, sie arbeitet am ruhigsten. Die Penetransröhre hat zwar den Vorteil, daß man die gewünschte Oberflächendosis schneller mit ihr erreicht als mit der Rapidröhre; dafür ist aber auch dann das Verhältnis der Oberflächendosis, zur Tiefendosis, auf die es ja doch in erster Linie ankommt, um so ungünstiger. Außerdem ist die Erwärmung, die die Kugeloberfläche der Penetransröhre, deren Radius sich zu dem der Rapidröhre wie 6 : 10 verhält, bedeutend größer. Das zerstäubte Metall, das beim therapeutischen Betrieb auf die Dauer nicht völlig vermieden werden kann, schlägt sich auf der kleineren Kugeloberfläche der Penetransröhre in bedeutend dichterer Anordnung nieder und gibt bei der stärkeren Erwärmung schneller das okkludierte Gas wieder ab, wodurch wohl die nicht ganz so beständige Arbeit erklärt werden kann. Die Wolframröhre neigt sehr zum Hartwerden und auch vielleicht mehr zum Zerstäuben als die Rapidröhre mit Platin. Das weist vielleicht daraufhin, daß das Wolfram sich trotz seines höheren Schmelzpunktes nicht in dem Maße eignet, wie das Platin. Zum Schluß möchte ich noch einer Röntgenröhre Erwähnung tun, die für die Hauptaufgaben des Gynäkologen zwar unbrauchbar ist. Sie könnte höchstens bei gynäkologischen Hautaffektionen in Betracht kommen. Es ist dies die „Lindemannröhre.“ Die vom Hauptstrahl und den ihm am nächsten gelegenen Strahlen getroffene Stelle der Röhre besitzt ein Lithium-Beryll-Borglasfenster, das entsprechend den niederen Atomgewichtszahlen der zusammensetzenden Elemente etwa nur den fünften Teil der Strahlen mittlerer Härte, wie das gewöhnliche Natrium-, Kalium-, Siliciumglas absorbiert. Da der Zuwachs an X-Strahlen aber nur durch den allerweichsten Strahlenanteil gebildet wird, eignet sich die Röhre nicht für Tiefentherapie und Durchleuchtung, wohl aber für Oberflächentherapie — Pruritus — und Aufnahmen fötaler oder kindlicher Körperteile; von einigen Autoren (Eymer) wird allerdings darauf hingewiesen, daß man auch beim Pruritus Strahlen mittlerer Härte resp. harte Röhren verwenden solle. Was den Härtegrad der Tiefentherapieröhre betrifft, so arbeiten wir mit möglichst harten Röhren — 10—12 Wh. und darüber —. Es ist das sicher am ökonomischsten, da der durch die Filter abgefangene Strahlenanteil gering, die Penetrationskraft der Strahlen dagegen groß ist. Gewiß hängt der biologische Effekt, wie von der Zeit

der Strahleneinwirkung so auch von der Menge der absorbierten Strahlen ab; ob man aber die Wirkung der nichtabsorbierten Strahlen außer acht lassen darf, erscheint mir gerade so fraglich, wie wenn man behaupten wollte, ein S-Geschoß, das ein Organ durchdringt, übe auf dieses keine Wirkung aus. Nach Krönig-Gauß-Döderleins Erfahrungen sind ja auch gerade die Gammastrahlen des Radiums, die den härtesten Röntgenstrahlen identisch sind, von eminent biologischer Wirkung. Für die Röntgenographie von Graviden und Becken verwenden wir Röhrenhärten von 8—10 Wehnelt mit einer sekundären Belastung von 16—30 Milliampère und einer Expositionszeit von 10—16 Sekunden, je nach Dicke des zu durchstrahlenden Körperteiles. Ich möchte raten, lieber die Röhrenhärte etwas zu weich, als zu hart bei der Aufnahme zu wählen; die Details treten besser hervor.

Literatur.

1. Albers-Schönberg: Die Röntgentechnik. IV. Auflage, 1913.
2 Bardachzi: Zur Röntgenphosphorenzenz. Münch. med. Wochenschr. 1912, S. 1691.
3. Bauer: Beiträge zur Röntgenometrie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 2.
4. Barret: Röntgenröhren mit dauernder Luftkühlung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVII.
5. Berdez: Über die Röntgentherapie der Myome. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 4.
6. Christen: Grundlagen der Tiefentherapie. Strahlentherapie, I, 1.
7. Dessauer: Physik und technische Grundlagen der Tiefenbestrahlung. Strahlentherapie, I, 1.
8. Dessauer: Eine neue Röntgenröhre mit Wasserkühlung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVIII, 2.
9. Dessauer und Wiesner: Leitfaden des Röntgenverfahrens. 4. Aufl., Leipzig 1912.
10. Döderlein: Verhandlungen über die Strahlentherapie usw. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn. XXXVIII, 1.
11. Eymer: Röntgenstrahlen in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Archiv u. Atlas 1913, Bd. 29.
12. Eymer: Zur geburtshilflichen Röntgendiagnose. Centralbl. f. Gyn. 1912, H. 41.
13. Eymer: Gynäkologie und Röntgentherapie. Berl. Klinik, 24. Jahrg., H. 293.
14. Eymer-Menge: Röntgentherapie in der Gynäkologie. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn. 1912, H. 3.
15. Fürstenau: Über Fernregulierung von Röntgenröhren. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVIII, 5.
16. Fürstenau: Ein neues Prinzip der Antikathodenkühlung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVII, 6.
17. Fürstenau: Einige Neuerungen an Röntgenröhren. Ref.: Centralbl., III, 255.
18. Graeßner-Benthaus: Ergebnisse der Röntgentherapie bei Frauenleiden. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 3.
19. Gauß-Lembke: Röntgentiefentherapie. Urban und Schwarzenberg 1912.
20. Hirsch: Röntgenbehandlung bei Myomatosis und Fibrosis uteri. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 4.
21. Haenisch: Meine Erfahrungen, Resultate und Technik in der gynäkologischen Röntgentherapie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XV, 1.
22. Holthusen: Über die Abkürzung d. Expositionszeiten usw. Fortschr., XVII, 3.
23. Hernaman Jonson: The treatment of certain diseases of the alimentari tract bi secondari & nays from mesallic silver. Ref.: Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., IXX, 2.
24. Heinemann: Methodik der Röntgenbestrahlung in der Gynäkologie. Strahlentherapie, I, 336.
25. Hergenhahn: Vergleichsversuche mit Röntgeninstrumentarien. Münch. med. Wochenschrift 1912, S. 1855.
26. Holzknecht: Das neue Zentralröntgeninstitut usw. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 29.
27. Lilienfeld-Rosenfeld: Eine Röntgenröhre von beliebigem und momentan einstellbarem, vom Vakuum unabhängigen Härtegrad. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVIII, 4.
28. Ludewig, P.: Über Unregelmäßigkeiten beim Betriebe des Wehneltunterbrechers. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVII, 4.
29. Loose: Ein halbes Jahr Bauersche Luftfernregulierung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVIII, 2.
30. Loose: Weitere Erfahrungen mit der Bauerschen Luftfernregenerierung der Röntgenröhre. Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 1.
31. Mayer, W.: Röntgenröhre mit Luftkühlung. Strahlentherapie, I, 338.
32. Mayer. W.: Vortrag. Ref.: Centralbl. f. Röntgentherapie, III, 255.
33. Meyer, H.: Grundlage d. Methode d. R.-Therapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie, I, 81.
34. Müller, C. H. F.: Eine neue Tiefentherapieröhre. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XIX.
35. Ritter: Über rationellen Röhrenbetrieb in der Röntgentherapie. Münch. med. Wochenschr., 1912, 137.

36. Rosenthal: Die Lilienfeldsche Röntgenröhre. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 5.
37. von Seuffert: Über gynäkologische Tiefentherapie. Strahlentherapie, II, 2.
38. Schmidt, H. J.: Kompendium der Röntgentherapie. Berlin 1913.
39. Schütze: Über das Luftkühlrohr „Stabil". Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstr., XX, 5.
40. Walter, B.: Bemerkungen zu der Abhandlung usw. Fortschritte, XIX, 1.
41. Walter, B.: Härteänderung von Röntgenröhren. Ref.: Centralbl. f. Röntgenstr., III, S. 255.
42. Wertheim-Salomonson: Milliamperemeter und Röntgenlicht. Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstr., XVI, 4.
43. Zacher: Zwei neue Röntgenröhren. Strahlentherapie, I, 333.
44. Zacher: Eine Fernregulierung für Röntgenröhren. Fortschr. a. d. Geb d. Röntgenstr., XIX, 390.

Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung.

(Auszug aus einer Abhandlung in der Physical Review, Dezember 1913.)

Von

Dr. W. D. Coolidge.

§ 1. Einleitung.

Eine Betrachtung der Beschränkungen, welchen Röntgenröhren gewöhnlicher Bauart unterliegen, zeigte, daß diese hauptsächlich auf die Anwesenheit von Gasen zurückzuführen waren, und daß aus diesem Grunde solche Grenzen fallen würden mit dem Augenblick, wo die Möglichkeit gefunden wird, die Röhren mit einem bei weitem höheren Vakuum arbeiten zu lassen. In solchem Falle müßten die Elektronen, welche den Kathodenstrahlenstrom bilden, natürlich in anderer Weise als durch Bombardierung der Kathode durch positive Ionen geliefert werden.

Die Arbeiten von Richardson und anderen Forschern auf dem Gebiete der Aussendung von Elektronen von erhitzten Körpern legten den Gedanken nahe, die Elektronen vielleicht einfach durch Erhitzung der Kathode zu erzeugen. Jedoch die Werte der thermionischen Ströme, wie sie von verschiedenen Beobachtern festgestellt worden sind, differierten in so hohem Maße, daß es schien, als ob eine nach diesem neuen Prinzip gebaute Röntgenröhre genau so unbeständig in ihrem Widerstande sein würde wie eine Röhre gewöhnlicher Konstruktion. Dazu kam noch die weitere erschwerende Tatsache, daß die Substanzen, mit denen gewöhnlich gearbeitet wurde, wie z. B. Platin und Kohle, so schwer von den von ihnen eingeschlossenen Gasen zu befreien sind, daß es als sehr wahrscheinlich angenommen werden mußte, daß bei vollkommeneren Bedingungen in dieser Beziehung (größere Freiheit von Gasen), wie sie vielleicht durch den Gebrauch von Wolframmetall erzielt werden konnten, die thermionischen Ströme vollständig aufhören würden. Einige Experimente, die von Dr. Irving Langmuir ausgeführt wurden, an oder zwischen zwei Wolframdrähten in einem Raume mit hohem Vakuum haben jedoch in großem Maße dazu beigetragen, diese Zweifel zu zerstreuen. Die Resultate der Untersuchungen des genannten Forschers zeigten nämlich, daß, nachdem ein ziemlich hohes Vakuum erreicht ist, die Werte der thermionischen Ströme mit dem Wachsen des Vakuums zunehmen, bis sie einen gewissen Grenzwert erreichen.

Der Gedanke, eine heiße Kathode in einer Röntgenröhre zu verwenden, war an sich nicht neu, jedoch hat, soweit ich erfahren konnte, dieses Prinzip niemals erfolgreiche Anwendung gefunden, und zwar in einem Vakuum solch hoher Qualität oder Vollkommenheit, daß die positiven Ionen keine bedeutende Rolle zu spielen imstande sind.

Wehnelt und Trenkle verwendeten eine erhitzte Kalkkathode in ihren Konstruktionen von sehr weichen Röntgenröhren, in welchen sie Spannungen von 400 bis 1000 Volt gebrauchten. In einem anderen Artikel beschreibt Wehnelt die Anwendung einer Kalkkathode in einer Braunschen Röhre, und er sagt an dieser Stelle, daß es nicht ratsam wäre, über 1000 Volt hinauszugehen, weil sonst Kathodenstrahlen von dem bloßen oder unbedeckten

Teile des Platins ausgehen mit dem schließlichen Resultat, daß eine starke Zersetzung stattfindet. Da das Platin nur bis zu einem leichten Rot erhitzt wurde, mag daraus augenscheinlich geschlossen werden, daß eine genügend große Menge Gas in der entleerten Röhre vorhanden war, um positive Ionen erzeugen zu können, die dann das Platin bombardieren und in dieser Weise die Aussendung von Elektronen von dort verursachen. Weitere Versuche haben andererseits gezeigt, daß Platin keine wahrnehmbaren thermionischen Ströme abgibt, solange es nicht zu einer Temperatur, die nahe seinem Schmelzpunkte liegt, erhitzt wird[1]). Abgesehen von dieser Tatsache würde eine Röntgenröhre, an die eine Spannung von nur 1000 Volt gelegt wird, viel zu weich sein für gewöhnlichen praktischen Gebrauch.

Lilienfeld und Rosenthal haben eine Röntgenröhre beschrieben, deren Durchdringungskraft, wie die Verfasser sagen, unabhängig von der Höhe des Vakuums ist. Die Hauptaluminiumkathode und die Platinantikathode, welche die genannten Forscher benutzten, haben dieselbe Form und Stellung wie die Elektroden in gewöhnlichen Röntgenröhren. Außer diesen beiden besaß ihre Röhre noch eine Anode sowie eine erhitzte Hilfskathode. Strom von einer Niederspannungsquelle wurde von der heißen Kathode nach der Anode gesandt, und dieser erzeugt die positiven Ionen, die durch Bombardierung der Hauptkathode aus dieser Elektronen frei machen. Das Arbeiten dieser Röhre hängt von der Anwesenheit positiver Ionen ab, da ohne deren Hilfe kein Mittel gegeben ist, um Elektronen aus der Haupt- oder Aluminiumkathode herauszubekommen. Lilienfeld zieht aus seinen weitgehenden Experimenten der Luftentleerung von Röhren den Schluß, daß selbst eine absolute Entfernung aller Gase aus der Röhre und den Elektroden die Entstehung von positiven Ionen nicht verhindern könnten. Nach seiner Ansicht würde demnach eine reine Elektrodenentladung nicht möglich sein. Lilienfelds Methode, das Innere der Röhre sowie die Glaswände gasfrei zu machen, scheinen ausgezeichnet gewesen zu sein, jedoch glaube ich aus meinen persönlichen Erfahrungen schließen zu können, daß keine seiner Elektroden in genügender Weise gasfrei war, um seine obigen Folgerungen rechtfertigen zu können. Selbst wenn ich bei meinen eigenen Untersuchungen Wolframelektroden verwandte und zwar in einer Röhre solcher Bauart, daß die Elektroden an Ort und Stelle auf sehr hohe Temperaturen gebracht werden konnten, habe ich die Wirkung positiver Ionen mehrere Stunden lang noch feststellen können, und ich habe bemerkt, daß dieselben erst dann vollständig verschwinden, nachdem die Elektroden genügend von Gasen befreit sind.

Dr. Langmuirs Studien haben gezeigt, daß es mit einer heißen Wolframkathode in einem sehr hohem Vakuum möglich ist, dauernd Elektronen abzugeben, und zwar in Mengen, die von der Temperatur abhängen. Weitere Forschungen zeigten, daß durch sehr hohe Spannungen (bis wenigstens 100 000 Volt) die Zahl der Elektronen, die in der Zeiteinheit ausgesandt werden, in keiner Weise beeinflußt wird. Zum Zwecke der Nutzbarmachung in dem Gebiete der Röntgenographie und Röntgenoskopie war es nun nötig, eine zufriedenstellende Brennpunkt-Einstellungsmethode zu entwickeln. Es stellte sich ferner wegen der in einer Röntgenröhre in Wärme umgewandelten, bedeutenden Energiemengen als notwendig heraus, eine extra starke „Antikathode“ zu verwenden, wodurch wiederum passende Methoden gefunden werden mußten, um große und solide Massen von Metall, wie sie für den vorstehenden Zweck nötig waren, von Gasen zu befreien.

Die Bemühungen und Versuche in dieser Richtung sind nun vollständig zufriedenstellend ausgefallen, so daß es schließlich möglich geworden ist, Röhren nach obigem Prinzip zu bauen, in welchen die eingangs erwähnten Einschränkungen und Nachteile vollständig in Wegfall kommen.

---

[1]) An dieser Stelle mag eine Abhandlung von A. H. Wilson erwähnt werden, die denselben Gegenstand behandelt, und in der es zum Schluß heißt: „Es ist wahrscheinlich, daß von reinem, in einem vollständigen Vakuum erhitzten Platin keine, weder positive noch negative, elektrische Entladungen ausgehen von solchem Werte, daß sie mit Hilfe eines Galvanometers meßbar wären.“

§ 2. Allgemeine Beschreibung der Röhre.

Die neue Art von Röntgenröhren unterscheidet sich von den nach dem alten Prinzip gebauten in folgenden Hauptkonstruktionspunkten:

Der Druck, welcher in der gewöhnlichen Röhre einige Mikronen (d. h. einige Tausendstel eines Millimeters) beträgt, ist hier so niedrig gemacht, wie praktisch irgendmöglich, d. h. er beträgt höchstens einige Hundertstel Mikronen.

Die Kathode besteht aus einem elektrisch geheizten Körper, z. B. Wolfram- oder Tantaldraht, sowie einem elektrisch leitenden Ring oder Zylinder vorzugsweise aus Molybdän oder Wolfram oder einem anderen schwer schmelzbaren Metalle, der in einer in bezug auf die vorstehende Drahtspirale geeigneten Weise angebracht ist. Der Ring oder Zylinder ist entweder mit dem zu erhitzenden Teile der Kathode, oder aber mit einer äußeren Stromquelle verbunden, durch die seine Spannung bis zu einer beliebigen Höhe gebracht werden kann im Vergleich mit dem vorerwähnten, erhitzten Teile der Kathode. Der letztere dient hier als Elektronenquelle, während der Ring oder Zylinder mithilft, das elektrische Feld in der Nachbarschaft der Kathode so zu gestalten, daß der gewünschte Fokusgrad des Kathodenstrahlenstromes in bezug auf die Antikathode herauskommt.

Die Antikathode erfüllt gleichzeitig die Zwecke, denen sonst die Anode dient.

Das Arbeiten mit der Röhre ist nur dann zufriedenstellend, wenn das Vakuum so hoch ist, daß eine Röhre gewöhnlicher Bauart selbst bei 100000 Volt Spannung keinen Strom mehr aufnimmt.

§ 3. Arbeitsmethode.

In § 5 sind die charakteristischen Merkmale der Röhre erwähnt und diskutiert. An diesen Merkmalen sieht man, daß in der Röhre sich keine positiven Ionen bemerkbar machen. Dieser Umstand macht die Arbeitsweise derselben sehr einfach. Der Charakter der Entladung scheint rein thermoionisch zu sein.

Die Zahl der von dem Draht in der Zeiteinheit ausgehenden Elektronen scheint mit Richardsons diesbezüglichem Gesetz übereinzustimmen, welches besagt, daß der maximale thermoionische Strom, welcher von einem Drahte dieser Art erzielt werden kann,

$$i = a\sqrt{T}\quad e^{-\frac{b}{T}}$$

wird, wobei T die absolute Temperatur, e die Basis der log. nat., und a und b Konstanten sind.

In bezug auf die in dieser Abhandlung im einzelnen beschriebenen Röhre und innerhalb der Temperatur- und Spannungsgrenzen, die in den Kurven Fig. 4, 5 und 6 angegeben sind, scheint dieses überaus einfache Gesetz die Leitfähigkeit der Röhre vollständig wiederzugeben.

§ 4. Ausführliche Beschreibung der Röhre Nr. 147.

Die nachstehende Beschreibung bezieht sich auf die Röhre Nr. 147, von der auch die Daten der beifolgenden Kurven gewonnen sind. Fig. 1 zeigt eine vollständige Abbildung in schematischer Form, Fig. 2 die Kathode und das vordere Ende der Antikathode in vergrößertem Maßstab.

A) Kathode.

In den genannten beiden Figuren bedeutet 25 einen Wolframdraht in Form einer flachen, enggewundenen Spirale. Dieselbe besteht aus einem Draht von 0,216 mm Dicke und 33,4 mm Länge; von den $5^1/_2$ Windungen derselben hat die äußerste einen Durchmesser von 3,5 mm. Diese Spirale ist mit den Enden zweier kräftiger Molybdändrähte, 14, 15, elektrisch zusammengeschweißt, an deren entgegengesetzten Enden zwei Kupferdrähte, 16, 17, angeschweißt sind, die ihrerseits mit Platindrähten, 18, 19, in gleicher Weise verbunden sind. Die Molybdändrähte sind in ein Stück Spezialglas, 12, direkt eingeschmolzen, das ungefähr denselben Tempe-

ratur-Ausdehnungskoffizienten besitzt wie Molybdän. Diese erste Einschmelzstelle dient nur dazu, dem heißen Draht eine steife und sichere Stütze zu geben, während die äußere Einschmelzstelle lediglich das Vakuum sichern soll. Das äußere Ende der Stützröhre 13 ist, ebenso wie die Glocke selbst, aus Natronglas gemacht, aus welchem Grunde es nötig ist, bei S eine Reihe von Zwischengläsern einzufügen, um dadurch den Unterschied in den Ausdehnungskoeffizienten zwischen 12 und 13 auszugleichen. Die kleine Glasröhre 20 verhindert den Kurzschluß der Kupferdrähte 16 und 17.

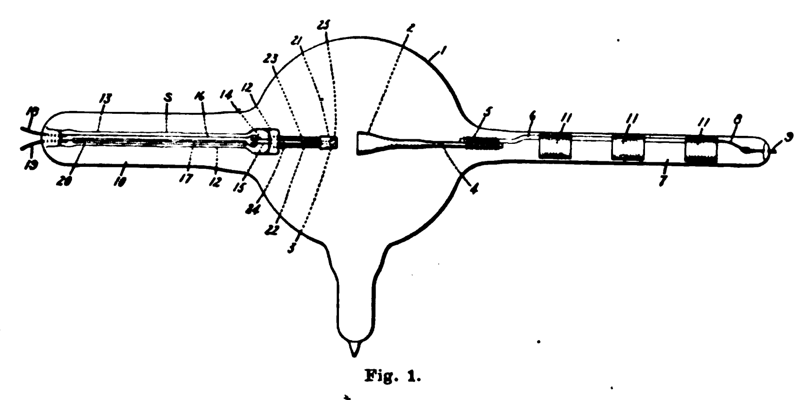


Fig. 1.

Die Heizung des Drahtes erfolgt durch Strom, der von einer kleinen Akkumulatorenbatterie geliefert wird, die in elektrischer Beziehung gut gegen Erde isoliert sein muß. In dem Stromkreis befinden sich ferner ein Ampèremeter und ein Regulierwiderstand, durch welch letzteren der dem Drahte zugeführte Strom eingestellt werden kann, und zwar in feinen Stufen zwischen 3 und 5 A. Innerhalb dieses Stromgebietes variiert der Spannungsabfall zwischen 1,8 und 4,6 V., und die Spiralentemperatur zwischen 1690° und 2340° abs.

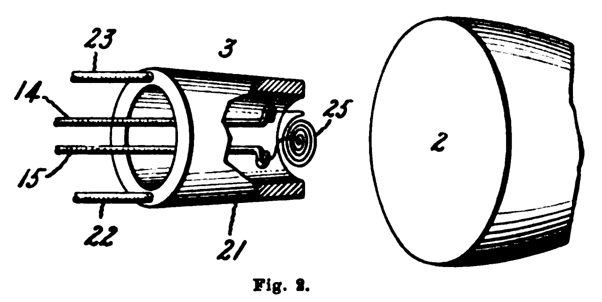


Fig. 2.

B) Einrichtung zur Einstellung des Brennpunktes.

Dieselbe besteht aus einer zylindrischen Molybdänröhre 21 von einem Innendurchmesser von 6,3 mm, die genau konzentrisch zu dem Wolframdraht, d. h. der Spirale, angebracht ist, und zwar in einer Weise, daß sie ungefähr ein Stück von 0,5 mm über die Ebene der letzteren hinausragt. Als Stütze dienen zwei kräftige Molybdändrähte 22, 23, die in das Ende der Glasröhre 12 eingeschmolzen sind. Weiterhin (bei 24) ist die Röhre 21 metallisch mit einem der Wolframdrahtzuleitungen verbunden.

Außer dem Zwecke der Brennpunktseinstellung dient dieser Teil der Röhre dazu, Entladungen von der Rückseite des erhitzten Teiles der Kathode zu verhindern.

C) Antikathode.

Die Antikathode, 2, welche gleichzeitig Anode ist, besteht aus einem einzigen Stück verarbeiteten Wolframmetalls, und hat an dem Ende, welches der Kathode zugekehrt ist, einen Durchmesser von 1,9 cm, während ihr Gewicht ungefähr 100 g beträgt. Ein Molybdändraht, 5, dient dazu, es fest mit der Molybdänstütze, 6, zu verbinden. Die letztere ist aus einem rechteckigen Streifen gemacht, dessen Konstruktion vervollständigt wird durch drei an denselben angenietete Spaltringe aus Molybdän, 11, 11, 11, die bequem und gut passend in den Anodenglasarm eingefügt sind. Diese Ringe erfüllen den doppelten Zweck, nämlich, die Anode in zweckentsprechender Weise zu stützen, und ferner von der erzeugten Wärme soviel wie möglich von dem rechteckigen Streifen abzuführen, um so ein übermäßiges Strömen von Wärme nach der Einschmelzstelle des Einführungsdrahtes 9 zu verhindern.

D) Röhrenwandung.

Diese ist ebenfalls aus Natronglas hergestellt und hat einen ungefähren Durchmesser von 18 cm.

E) Luftentleerung.

Diese muß möglichst gründlich durchgeführt werden. Zuerst wurden hierfür Quecksilberpumpen benutzt mit einem Vorgelege flüssiger Luft zwischen Röhre und Pumpe, um Quecksilberdämpfe fernzuhalten. Es war gebräuchlich, die ganze Röhre, während sie mit der Pumpe in Verbindung stand, in einen Ofen zu legen, wo sie in Intervallen bis zu 470° C erhitzt wurde. In den Zwischenpausen ließ man die Röhre mit so hohen Entladeströmen, wie sie das Vakuum vertragen konnte, arbeiten. Verschiedene Stunden lang zeigte dann das Rohr die charakteristischen Eigenschaften gewöhnlicher Röntgenröhren, und es mag erwähnt werden, daß es verschiedene Male vorgekommen ist, daß die vorstehende Behandlung mehrere Tage lang fortgesetzt werden mußte, um solche nachteiligen Eigenschaften auszumerzen und eine praktisch reine Elektronenentladung zu erzielen.

Die Entleerungszeit ist dadurch in zweifacher Hinsicht bedeutend verkürzt worden, daß erstens die massive Wolframanode einem vorhergehenden Erhitzungsprozeß bis zu einer sehr hohen Temperatur unterworfen wird, und zwar in einem VakuumWolframofen[1]), und daß die Molybdänstütze dieselbe Behandlung erfährt, jedoch bei einer etwas niedrigeren Temperatur; und daß zweitens statt der gewöhnlichen Quecksilberpumpe jetzt die Gädesche Molekularpumpe benutzt wird, während zu gleicher Zeit eine sehr weite, kurze Verbindung zwischen Röhre und Luftpumpe Verwendung findet.

In den letzten Stadien der Behandlung der Röhre wird ungefähr während einer Stunde ein sehr starker Entladestrom unterhalten. Um die Röhre während dieses Prozesses vor übermäßiger Erwärmung zu schützen, muß für genügende Luftzirkulation durch einen Ventilator gesorgt werden. Der in der fertigen Röhre bestehende Druck ist sehr niedrig und beträgt gewöhnlich nicht mehr als ein paar Hundertstel Mikronen, während mit großer Wahrscheinlichkeit behauptet werden kann, daß er bedeutend geringer ist.

F) Schaltung und Arbeitsmethode.

Die angewandte Schaltung ist in schematischer Form in Fig. 3 dargestellt. In derselben bedeutet: T die Röhre, B eine kleine Akkumulatorenbatterie, A ein Ampèremeter, R einen Regulierwiderstand, der von einer Stelle hinter dem Schutzbleischirm aus bedient werden kann; S ist eine regulierbare Funkenstrecke mit Spitzenelektroden, deren Bedienung ebenfalls hinter einem gegen die Röntgenstrahlen schützenden Schirm erfolgt; M ist schließlich ein Milliampèremeter, dessen Ablesung von geschützter

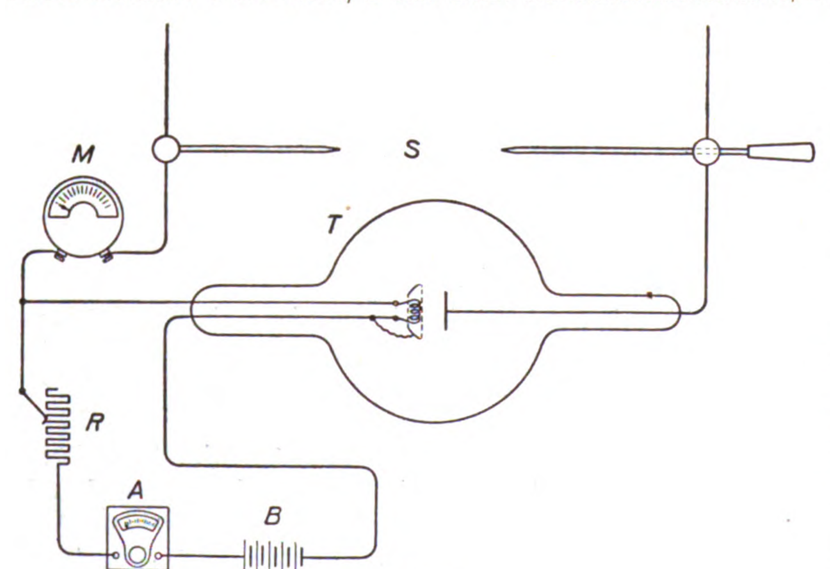


Fig. 3.

[1]) Eine Beschreibung dieses Ofens wird in einer der nächsten Ausgaben erscheinen. Das Heizelement besteht aus einer Wolframröhre von 2,5 cm Innendurchmesser und 30 cm Länge. Dasselbe wird in aufrechtstehender Stellung festgehalten und durch zweckentsprechende Klemmen mit einem 100 K.-W.-Transformator verbunden. Das Heizelement wird in einen wassergekühlten Metallzylinder gebracht, und der innere Raum mit einer Pumpe verbunden, durch die ein Vakuum von dauernd nur einigen Mikronen unterhalten werden kann, wenn der Ofen bis zum Maximum geheizt ist.

Stellung aus möglich ist. Da eine hohe Spannung an die Batterie gelegt ist, ist es unbedingt notwendig, die letztere sorgfältig gegen Erde zu isolieren.

Als Hochspannungsquelle diente eine von der Röntgen Apparatus Co. gebauter Snook-Transformator von 10 K.-W. Derselbe besteht aus einem von der Gleichstromseite angetriebenen Einankerumformer, der Wechselstrom von 150 Volt und 60 Perioden zu einem Aufwärtstransformator mit geschlossenem magnetischen Kreis und Ölkühlung liefert. Von der Sekundärseite dieses Transformators wird nun der jetzt hochgespannte Strom über einen mechanischen Gleichrichterschalter, der direkt mit der Welle des Umformers in Verbindung steht, und einem Milliampèremeter M zu der Röhre geleitet. Die Leistung des Transformators wird durch einen Regulierwiderstand kontrolliert.

§ 5. Charakteristische Eigenschaften der Röhre.

A) Ein Entladestrom findet nur bei erhitzter Wolframdrahtspirale statt.

Wenn diese Drahtspirale nicht erhitzt ist, zeigt die Röhre nicht die geringste Spur von Leitbarkeit weder in der einen noch in der anderen Richtung, selbst wenn Spannungen von 100 000 Volt angelegt werden.

B) Die Röhre erlaubt Stromdurchgang nur in einer Richtung.

Jede Möglichkeit, daß Strom in einer der Arbeitsrichtung entgegengesetzten Richtung fließen kann, ist bei dieser Röhre ausgeschlossen. Dieselbe ist darum imstande, ihren eigenen Verbrauchsstrom gleichzurichten, wenn derselbe von einer Wechselstromquelle geliefert wird.

Es muß hier jedoch bemerkt werden, daß, wenn Wechselstrom benutzt wird, dadurch im Falle einer Fokusröhre die höchstzulässige Energiezufuhr bedeutend herabgesetzt wird, da, sobald die Antikathode am Brennpunkt bis zu einer Temperatur erhitzt ist, die der der Wolframspirale nahekommt, die Gleichrichtungsfähigkeit der Röhre unzulänglich wird, so daß allmählich mehr und mehr Strom in der falschen Richtung durchgelassen wird. Es mag bemerkt werden, daß dieser Umstand weder eine nachteilige Wirkung auf das Vakuum haben noch einen metallischen Niederschlag an der Innenseite der Glaswand verursachen würde, was in der gewöhnlichen Röhre unbedingt eintritt, daß aber andererseits in solchem Falle eine unnötige Erhitzung dieser Wandung eintreten würde, und zwar besonders an solchen Stellen, die der Bombardierung der Kathodenstrahlen von der Antikathode aus ausgesetzt sind, und daß ferner an solchen Stellen störende Röntgenstrahlen auftreten würden. Natürlich kann die zulässige Energiemenge, die vollkommen gleichgerichtet werden kann, im Falle einer Röhre, in welcher die Kathodenstrahlen oder deren Richtung nicht auf eine bestimmte Stelle eingestellt sind, sondern im Gegenteil die ganze Oberfläche der Antikathode bombardieren, bis zu einem beliebigen Werte erhöht werden, und zwar einfach dadurch, daß die Oberfläche der Antikathode vergrößert wird.

C) Die Entladestromstärke ist vor allem bedingt durch die Temperatur der Spirale.

Der Entladestrom, welcher durch eine Röhre der angegebenen Konstruktion gesandt werden kann, ist vor allem abhängig von der Temperatur der Drahtspirale und wird also sofort und direkt durch die Schwankungen derselben beeinflußt.

Die Rückwirkung der Temperatur und Spannung auf den Entladestrom, wie sie durch Versuche mit der in Fig. 1 illustrierten Röhre gefunden wurde, ist in Fig. 4 in schematischer Form dargestellt. Die verschiedenen Kurven, die sich auf verschieden hohe Spannungen beziehen, die ihrerseits wieder in äquivalenten Werten der parallelgeschalteten Funkenstrecke ausgedrückt sind, liegen sehr nahe zusammen und zeigen, daß innerhalb der angewandten Spannungsgrenzen die Höhe des Entladestromes praktisch unabhängig von der Spannung ist,



woraus die Folgerung gezogen werden kann, daß der Strom bei allen diesen Versuchen seinen Sättigungswert besaß.

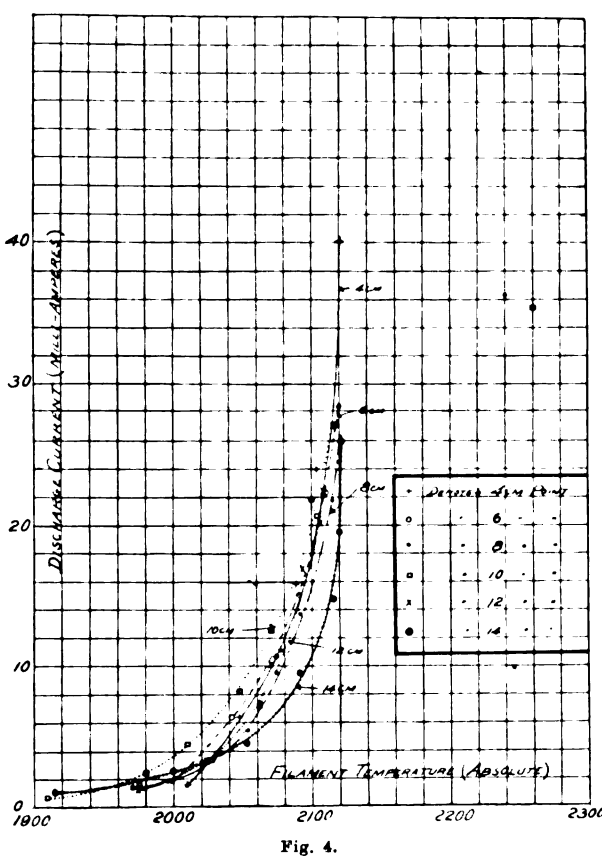


Fig. 4.

Richardsons Gesetz, wie es in § 3 angeführt wurde, kann nun auch in der folgenden Form ausgedrückt werden:

$$\log \frac{i}{\sqrt{T}} = b \frac{0,434}{T} - \log a,$$

die eine geradlinige Funktion darstellt. Wenn nun die zu Fig. 4 gehörigen Werte von $\log \frac{i}{\sqrt{T}}$ und $\frac{0,434}{T}$ in ein Diagramm gebracht werden, so müßten sie einer geraden Linie folgen, vorausgesetzt, daß der Strom in der Röhre innerhalb der angegebenen Spannungen durch Richardsons Gesetz ausgedrückt werden kann. Fig. 5 und Fig. 6 bringen den Nachweis, daß dies in Wirklichkeit der Fall ist.

Wenn die Drahtspirale eine niedrige Temperatur hat, so wird nur eine geringe Anzahl von Elektronen von derselben ausgehen, und als natürliche Folge davon kann nur ein geringer Entladestrom (Sättigungsstrom) durch die Röhre geschickt werden. Es mag noch gesagt werden, daß eine Erhöhung der aufgedrückten Spannung über die für diesen Stromwert benötigte Grenze hinaus kein weiteres Anwachsen des Stromes selbst mit sich bringt, sondern daß dadurch einzig und allein die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen höht und demzufolge eine größere Durchdringungskraft der Röntgenstrahlen erzielt wird.

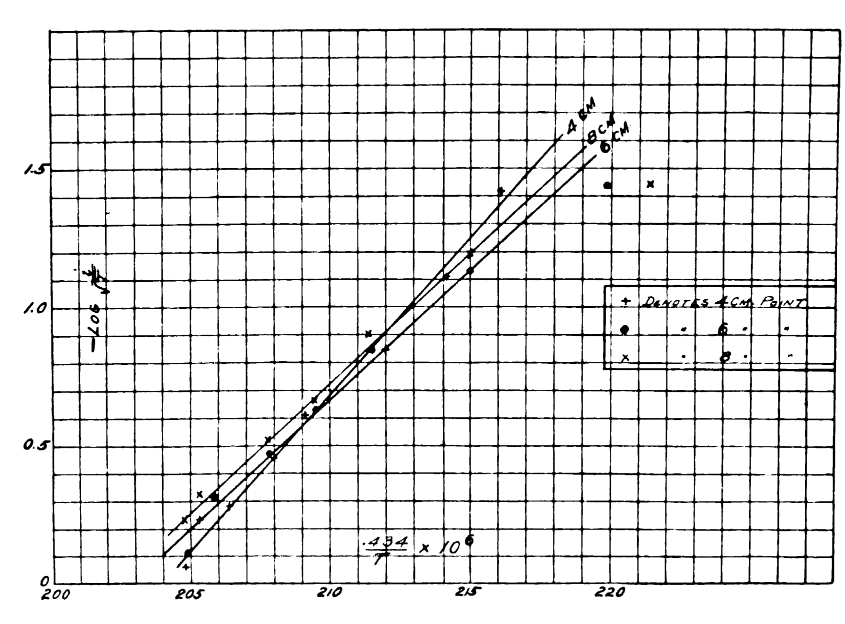


Fig. 5.

D) Das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen wird bestimmt durch die Spannungsdifferenz zwischen den Klemmen der Röhre.

Die Penetrationskraft der Röhre oder, besser gesagt, ihrer Röntgenstrahlen, nimmt mit höheren Spannungen zwischen den Röhrenklemmen zu. Wenn die Röhre von einer variablen Spannungsquelle erregt wurde, wie sie z. B. von einem Transformator aus geliefert wird, dann schien es anfänglich unsicher zu sein, ob, mit derselben äquivalenten Funkenstrecke, die Strahlen in photographischer Beziehung dieselbe Durchdringungskraft besitzen würden wie bei der gewöhnlichen Röhre. Als dieser Punkt jedoch mit Hilfe eines Benoistschen Penetrometers untersucht wurde, stellte sich heraus, daß sie in dieser Hinsicht gleichwertig waren.

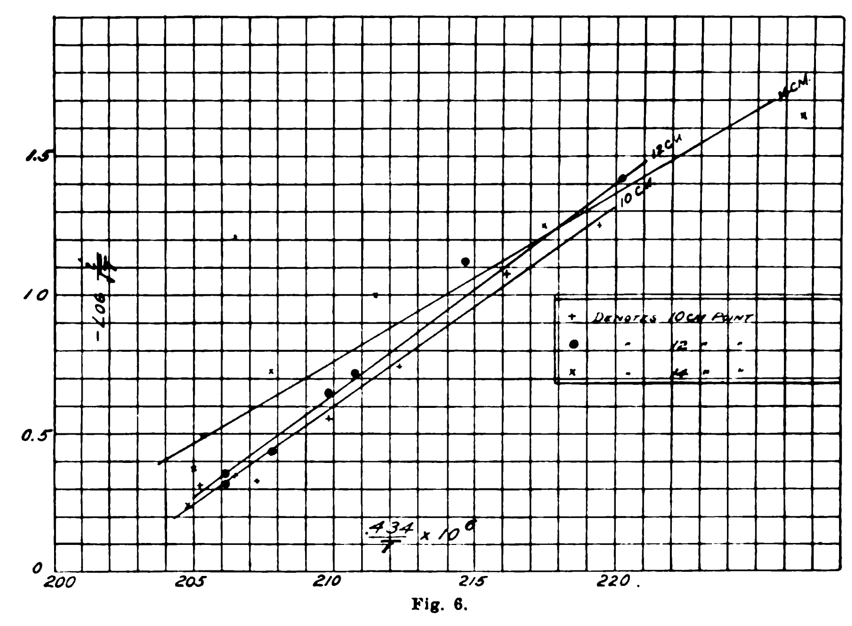


Fig. 6.

E) Dauerarbeiten ohne Beeinträchtigung charakteristischer Merkmale.

Der beste Beweis dafür, daß die Röhre Dauerbelastung anstandslos aushält, ist unwiderleglich durch das folgende Experiment mit der in Fig. 1 abgebildeten Röhre Nr. 147 erbracht worden.

Bei diesem Versuch wurde der der Spirale zugeführte Strom auf 4,1 A. einreguliert, woraus sich ein Entladestrom von 25 M.-A. ergibt. Die aufgedrückte Spannung wurde dann auf einen Wert eingestellt, der einer 7 cm weiten Schlagweite der Funkenstrecke entsprach. Nachdem diese Vorbereitungen getroffen waren, wurde die Röhre ohne jedwede Nachregulierung 50 Minuten lang in Betrieb gehalten, und zwar ununterbrochen. Die Resultate der Ablesungen des Entladestromes und der äquivalenten Funkenstrecke, die alle 2 Minuten vorgenommen wurden, sind in Tafel II enthalten.

Tafel II.

Zeit	Entladestromstärke in M.-A.	Funkenstreckenschlagweite in cm	Zeit	Entladestromstärke in M.-A.	Funkenstreckenschlagweite in cm
11,48 vormittags	25	7,0	12,14 mittags	25	7,0
11,50	25	7,0	12,16	25	6,8
11,52	25	6,9	12,18	24	6,8
11,54	25	6,5	12,20	25	6,9
11,56	25	6,5	12,23	23	6,7
12,00 mittags	25	6,7	12,26	23	6,9
12,02	25	6,9	12,28	25	6,9
12,04	25	6,5	12,30	25	6,9
12,06	24	6,4	12,32	25	7,0
12,08	24	6,5	12,34	24	6,9
12,10	24	6,5	12,36	25	7,0
12,12	23	6,6	12,38	24	7,1

F) Schärfe des Brennpunktes

Die Schärfe des Brennpunktes ist um so größer, je bedeutender die Entfernung zwischen der Drahtspirale und dem Vorderende der Molybdänröhre (der Antikathode gegenüber) ist.

G) Ständigkeit in der Lage des Brennpunktes.

Dem Brennpunkt haftet der Nachteil des Wanderns nicht an, er bleibt im Gegenteil in einer festen Lage. Dieser Umstand ist genau das Entgegengesetzte von dem, was bei gewöhnlichen Röhren zutrifft, in welchen der Brennpunkt oft herumwandert, und zwar manchmal in solchem Grade, daß selbst bei kurzzeitigsten Belichtungen die Wirkung oder Anwesenheit dieses Übelstandes wahrnehmbar wird dadurch, daß auf dem Radiogramm oder auf dem Schirm ein Verschwimmen aller der Linien stattfindet, die nicht parallel zu der Achsenrichtung der Bewegung laufen. In den Anfangsstadien des Entleerungsprozesses, wo das Vakuum noch nicht die Grenze der gewünschten Vollkommenheit erreicht hat, mag es vorkommen, daß der Brennpunkt herumtanzt, jedoch wird dieser Übelstand abnehmen und die Beweglichkeit des Brennpunktes allmählich abfallen in demselben Maße wie die Elektroden und das Glas gasfreier werden, bis er schließlich vollkommen verschwindet, und gleichzeitig damit die Fluoreszenz des Glases, wie unter J dargelegt. Die Bewegung des Brennpunktes scheint auf die Wirkung positiver Ionen zurückzuführen sein, die die Verteilung der statischen Ladung an den Glaswänden der Röhre stören.

H) Unempfindlichkeit der Röhre weitgehenden Änderungen des Gasdruckes gegenüber.

Der innerhalb der Röhre bestehende Gasdruck ist so niedrig, daß er unbedenklich um ein Vielfaches seines Wertes erhöht werden und anscheinend auch ohne bestimmte Grenzen erniedrigt werden kann, ohne dadurch die anderen Eigenschaften der Röhre in beträchtlicher Weise zu beeinflussen.

I) Dauerarbeiten bei hoher Energiezufuhr.

Die Tatsache, daß die Wolframantikathode bei solch hohen Temperaturen, wie oben angegeben, arbeiten kann, macht es möglich, hohe Energiemengen dauernd auszustrahlen.

J) Kein Fluoreszieren des Glases.

Wenn die Röhre in Betrieb gebracht wird, wird Fluoreszieren an keiner Stelle des Glases stattfinden, und die Folge davon ist, daß die lokale Erhitzung der vorderen Hemisphäre, wie sie sonst beobachtet wird, hier vollständig fortfällt. Beide Umstände, d. h. das Nichteintreten von Fluoreszenz und örtlicher Erhitzung weisen anscheinend darauf hin, daß ein Bombardieren der Glaswände durch von der Antikathode kommende Sekundärkathodenstrahlen nicht stattfindet. Dies ist eine sehr bemerkenswerte und überraschende Tatsache im Vergleich mit Röntgenröhren gewöhnlicher Bauart, bei welchen die Wahrnehmung gemacht worden ist, daß, wenn eine Platinantikathode benutzt wird, ungefähr $^3/_4$ soviele Elektronen von der Antikathode in Form von Sekundärstrahlen ausgehen und auf das Glas treffen wie nach der Antikathode in Form von Primärkathodenstrahlen gesandt werden. Der Umstand, daß diese Sekundärkathodenstrahlen in unserer Röhre ausgeschaltet sind, trägt weitgehend zur Verhütung der Erzeugung unnützer und störender Röntgenstrahlen bei, wie sie in den gewöhnlichen Röhren auftreten.

Die Erklärung dieser Tatsache scheint einfach darauf zurückzuführen zu sein, daß die sonst große Anzahl von positiven Ionen in der gegenwärtigen Röhre fehlen. Die innere Glasoberfläche ist beim Beginn des Betriebes der Röhre stark negativ geladen, und dieser Zustand bleibt gewöhnlich permanent, weil eine merkliche Zahl von positiven Ionen nicht angezogen werden kann. Die Anwesenheit dieser negativen Ladung an der Glaswand erklärt es auch,

warum keine ferneren Elektronen primärer oder sekundärer Natur, oder vielmehr Kathodenstrahlen solcher Art, nach dort gehen.

K) Gleichheit von Arbeits- und Anlaufspannung.

Die Anlaufspannung der Röhre unterscheidet sich nicht von der nachher gebrauchten normalen Arbeitsspannung. Dies stellt eine wesentliche Abweichung von der gewöhnlichen Röhre dar, welcher eine den Wert der gewöhnlichen Betriebsspannung bei weitem überschreitende Anfangsspannung aufgedrückt werden muß. Dieser Unterschied ist wie folgt zu erklären: Die Anzahl der in der gewöhnlichen Röhre bei Stromkreisschluß anwesenden Ionen ist außerordentlich gering, da die in Wirklichkeit vorhandenen nur auf natürliche Ionisationsursachen, wie z. B. radioaktive Substanzen in der Umgebung, zurückzuführen sind. Nachdem der Entladestromkreis geschlossen ist, wird die Zahl der Ionen durch Kollision rasch zunehmen mit der natürlichen Folge, daß der Spannungsunterschied zwischen den Röhrenklemmen fällt. Bei der neuen Röhre ist dagegen die volle Zufuhr von Elektronen gegeben in dem Moment, wo der Stromkreis geschlossen wird, und selbst vor diesem Augenblick, so daß deren verfügbare Anzahl durch den Entladestrom keine Änderung erfährt.

L) Erzielung eines homogenen Bündels primärer Röntgenstrahlen.

Die Erlangung eines kräftigen homogenen Bündels von Primärstrahlen von beliebiger Durchdringungskraft muß ohne weiteres möglich sein. Zu diesem Zwecke ist es nötig, die Erregung der Röhre von einer konstanten Spannungsquelle zu besorgen. Solche Resultate können selbst dann erzielt werden, wenn die Entladungen intermittierend stattfinden.

M) Keine Erhitzung der Kathode durch Entladestrom sowie keine merkliche Zerstäubung des Kathodenmaterials.

Bei dem hohen Vakuum und bei der Verwendung verhältnismäßig gasfreier Elektroden findet keine nachweisbare Bombardierung der Kathode statt. In den Anfangsstadien des Luftentleerungsprozesses, wo es noch möglich ist, ohne Erhitzung der Spirale eine Entladung durch die Röhre zu schicken, ist die Beobachtung gemacht worden, daß die letztere durch den Entladestrom örtlich stark erhitzt wird wie von einer Bombardierung mit positiven Ionen. Wenn jedoch die Evakuierung beendet ist und die Röhre mit erhitzter Kathode arbeitet, so wird in einem im Spiralkreis eingelegten Voltmeter und Ampèremeter keine Veränderung beobachtet werden, selbst dann nicht, wenn sehr starke Entladungen stattfinden. Wenn eine Bombardierung durch positive Ionen in bemerkenswertem Umfange stattfände, dann würde unbedingt die Temperatur eine Erhöhung erfahren, und die Folge davon wäre eine Steigerung des Widerstandes der Wolframspirale, die wiederum durch die Instrumente angezeigt werden würde. Wenn dies konzentriert und in bedeutendem Grade stattfinden würde, dann wäre die wahrscheinliche Folge davon ein Durchschmelzen der Spirale in dem betreffenden Punkte. Änderung im Widerstand und lokale Zerstäubung der Spirale sind aber nur bemerkt worden in solchen Fällen, in denen das Vakuum unzulänglich war, was dann auch durch andere Wirkungen, z. B. durch Fluoreszieren des Glases hervortritt.

Eine Zerstäubung des Kathodenmaterials würde sich ferner durch Schwarzwerden der Glaswandung der Röhre zeigen. Selbst nach mehrstündigem Arbeiten ist jedoch der Niederschlag an der Wandung sehr gering, und das, was von Niederschlag wirklich vorhanden ist, läßt sich leicht auf eine Verflüchtigung von Wolfram am Brennpunkte der Antikathode zurückführen.

N) Die Größe des Brennpunktes auf der Antikathode ist der alleinige Faktor, von dem die zulässige Grenze der Energiezufuhr abhängt.

Von den mannigfachen Umständen, die bei der Bestimmung des Höchstwertes der Energiezufuhr zu der gewöhnlichen Röhre eine Rolle spielen, bleibt in bezug auf die neue Art nur



ein einziger. Bei scharfer Brennpunkteinstellung und bei Energiezufuhr weit über das Normale hinaus wird der Widerstand der Röhre labil oder unstetig und fällt plötzlich vielleicht um einen geringen Bruchteil seines ursprünglichen Wertes, kehrt aber zu dem letzteren zurück, sobald die Entladung unterbrochen oder auf den entsprechenden Grenzwert zurückgeführt wird. Die Ursache dieser Erscheinung kann wie folgt erklärt werden:

Bei Zufuhr sehr hoher Energiemengen und scharfer Brennpunkteinstellung wird die Oberfläche der Antikathode an der Stelle, wo der Brennpunkt liegt, zum Schmelzen gebracht und eine gewisse Menge Material verdampft. Zufolge dieser Tatsache, d. h. infolge des dadurch gebildeten Wolframdampfes und zufolge der weiteren Tatsache, daß an dieser Stelle alle primären Kathodenstrahlen durch denselben zu passieren haben, wird der Dampf durch Kollision ionisiert, und die natürliche Folge davon ist, daß der Widerstand der Röhre eine Herabsetzung erfährt. Je größer der Brennpunkt, um so höher kann der Wert des zulässigen Stromes sein. Auch die Form und Konstruktion der Antikathode spielt eine hervorragende Rolle bei der Bestimmung der erlaubten Höchststromstärke, da die Vorderseite einer dünnen Scheibe natürlich bei einer viel niedrigeren Energiemenge zum Schmelzen gebracht werden wird als eine entsprechend dickere Scheibe. Bei sehr kurzen Erregungsperioden der Röhre ist, wie aus Vorstehendem entnommen werden kann, eine etwas höhere Energie zulässig als bei längeren Perioden; jedoch kann es als Regel gelten, daß eine Zufuhrmenge, die während einiger Sekunden ohne unangenehme Folgeerscheinungen ausgehalten werden kann, für eine unendliche Zeitdauer ertragen wird.

§ 6. Gefahren im Gebrauch der Röhre.

Die gewöhnliche Röhre besitzt einen gewissen Grad von Sicherheit insofern, als dieselbe bei Zufuhr sehr hoher Energiemengen nicht in Dauerbetrieb gehalten werden kann, während die nach dem neuen Prinzip aufgebaute Röhre selbst bei scharfer Brennpunkteinstellung, z. B. bei 7 cm Funkenstrecken-Schlagweite und Strömen bis 25 M.-A. Stärke, verschiedene Stunden hintereinander arbeiten kann und noch dazu ohne irgendwelche Bedienung.

Für andere Zwecke als für röntgenoskopische oder röntgenographische Arbeiten ist es nicht von Vorteil, eine Röhre mit scharfer Brennpunktseinstellung zu benutzen. Für diesen Fall ist es anscheinend möglich, Röhren von beliebig großen Energiemengen zu konstruieren. Für solche Arbeiten wird es dann also möglich sein, Röhren von viel größerer Leistung als bisher üblich oder möglich zu verwenden.

In Anbetracht des Vorstehenden kann es dann aber auch oft notwendig sein, viel weiter gehende Vorsichtsmaßregeln im Gebrauch der neuen Röhre zu treffen als die, welche sich nach den langjährigen Erfahrungen mit der alten Röhre als genügend herausgestellt haben.

§ 7. Zusammenfassung.

In vorstehendem wird eine auf neuem Prinzip beruhende, wirkungsvolle Röntgenröhre beschrieben, deren Hauptunterschied von der bisher üblichen Art darin besteht, daß der Entladestrom rein thermoionischer Natur ist. Die Röhre sowohl wie die Elektroden werden in gründlicher Weise von eingeschlossenen Gasen befreit, und die Eigenschaften der im Gebrauch befindlichen Röhre liefern anscheinend den Beweis, daß positive Ionen nicht vorhanden sind, wenigstens nicht in merklicher Anzahl oder Weise.

Die Röhre erlaubt den Durchgang des Stromes nur in einer Richtung, so daß dieselbe sowohl von einer Gleichstrom- als auch von einer Wechselstromquelle gespeist werden kann.

Sowohl die Stärke als auch das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen, die durch die neue Röhre erzeugt werden, stehen unter der vollständigen Kontrolle des Beobachters, so daß beide ohne weiteres augenblicklich und unabhängig voneinander erhöht oder erniedrigt werden können.

Die neue Röhre kann viele Stunden lang ununterbrochen gebraucht werden, und zwar sowohl mit starken als auch mit schwachen Entladeströmen, ohne daß eine merkliche Veränderung in der Intensität oder Durchdringungskraft der resultierenden Strahlung stattfindet.

Eine im Gebrauch befindliche Röhre zeigt weder ein Fluoreszieren des Glases noch eine örtlich starke Erwärmung der vorderen Hemisphäre.

Die neue Röhre gibt die Möglichkeit, intensive Primärstrahlenbündel zu erzielen, die von beliebiger Durchdringungskraft sein können.

Am Schlusse dieser Arbeit nehme ich nochmals Gelegenheit, der wertvollen Mitarbeit meines Assistenten, Herrn Leonard Dempster, der mich während der ganzen Dauer meiner Untersuchungen unterstützt hat, anerkennende Worte zu schenken.

Versuchslaboratorium der General Electric Co. in Schenectady,
Staat Neuyork, V. St. A.

Vorläufige Mitteilung über die diagnostische und therapeutische Verwendung des Coolidge-Rohres.

Von

Prof. **Lewis Cregory Cole,**

Professor of Roentgenology at Cornell University Medical College.

(Hierzu Tafel IV.)

Am 27. Dezember vorigen Jahres hatte der Verfasser die Ehre, einer Versammlung seiner amerikanischen Kollegen im Gebiete der Röntgenologie einen Mann vorzustellen, der außer Röntgen selbst mehr als alle anderen zur Förderung dieser Wissenschaft beigetragen hat. Diese hohe Auszeichnung gebührt Herrn W. D. Coolidge für die Angabe eines auf ganz anderen Prinzipien als das gewöhnliche Rohr beruhenden Röntgenstrahlenrohres, durch welches nahezu alle ein vollkommenes Resultat beeinträchtigenden Beschränkungen beseitigt worden sind.

Im Jahre 1896 promovierte Dr. Coolidge vom Technologischen Institut in Boston, und drei Jahre später wurde ihm die akademische Doktorwürde von der Leipziger Universität verliehen. Zurzeit ist er mit Forschungen im Versuchslaboratorium der Allgemeinen Elektrischen Gesellschaft in Schenectady, N. Y., beschäftigt. Unter anderem Wichtigen ist es ihm gelungen, leistungsfähiges Wolfram herzustellen, mittels dessen er das Zündsystem für Gasmaschinen und elektrische Heizungen ersonnen hat. Im Laufe seiner erfolgreichen Versuche mit Wolframersatz für Platin bei den Anoden von Röntgenstrahlrohren fielen ihm die Mängel des gewöhnlichen Rohrmodells auf. Mit bezeichnender Energie und Begeisterung verwarf er alles Bisherige und machte sich an die Konstruktion eines verbesserten, auf gänzlich neuen Grundsätzen beruhenden Rohres.

Das Rohr nebst den Erscheinungen bei seiner Erregung sind ausführlich beschrieben in der Dezembernummer 1913 der Physical Review (s. die vorstehende Abhandlung). Die Beschränkungen des gewöhnlichen Rohres sind beseitigt durch die Angabe eines Rohres, dessen Vakuum ungefähr tausendmal so groß ist wie das Vakuum des gewöhnlichen Rohres. Das Rohr ist nur bei erhitzter Kathode erregbar. Beim Erhitzen des die Kathode bildenden Wolframdrahtes durch einen elektrischen Strom werden die Elektronen aus der Kathode befreit, oder wie Dr. Coolidge sich ausdrückt, „ausgekocht" und durch die hohe Spannung des Induktors, Transformators oder der statischen Maschine über den Raum zwischen Kathode und Anode hinweggeschleudert.

Die Penetrationskraft des Rohres hängt ab von der Schnelligkeit, mit welcher die Elektronen von der Kathode befreit werden. Diese Geschwindigkeit steht unter der Kontrolle

eines regulierbaren niedrig gespannten Stromes von einer im Stromkreis mit dem Rohr befindlichen Sammlerbatterie.

Die Vorzüge des neuen Rohres sind vielfältig, mit Einschluß der folgenden:

1. Genauigkeit der Einstellung.
2. Stetigkeit.
3. Exakte Wiederholung der Befunde.
4. Anpassungsfähigkeit.
5. Enorme Leistung.
6. Lange Lebensdauer.
7. Abwesenheit von indirekten Strahlen.

ad 1. Erst nach Aufnahme des Coolidge-Rohres wird man sich klar über die Beschränkungen des gewöhnlichen Rohres in bezug auf die Genauigkeit der Einstellung. Selbstregulierende Vorrichtungen haben sich nicht bewährt, auch dann nicht, wenn das Rohr mit einem Induktor gebraucht wird, und versagen gänzlich bei Erregung des Rohres durch die gewöhnlich bei einem Transformator verwendete hohe Milliamperezahl, denn die Zuleitung eines starken Stromes durch den Regulator vermindert das Vakuum in mehr als wünschenswerter Weise. Die sorgfältigste Einstellung des gewöhnlichen Rohres ist daher nur aufs Geratewohl berechnet, denn wenn das Rohr mit einer kleinen Strommenge auf die gewünschte Penetration gebracht worden ist, wird die Penetration wieder bedeutend verstärkt, wenn mehr Widerstand im Rheostat aufgeschaltet und das Rohr durch mehr Strom erregt wird.

Beim Coolidge-Rohr wird die Penetration durch den im Kathodendraht erzeugten Hitzegrad auf und ab relugiert, und dieser steht seinerseits unter der Kontrolle einer regulierbaren Strommenge von einer mit dem Sekundärstromkreis vom Transformator oder von der Rolle verbundenen Sammlerbatterie, wie es Dr. Coolidge in seinem gekürzten Bericht beschreibt.

ad. 2. Die Stetigkeit des Rohres ist ebenso beachtenswert wie die Genauigkeit, mit der es sich einstellen läßt. Dr. Coolidge bemerkt, daß das vorliegende Rohr trotz seiner Unfertigkeit ununterbrochen mit 25 Milliamperes während 50 Minuten erregt werden kann, ohne daß sich die Penetration merklich ändert. Für röntgenographische Zwecke ist eine derartige verlängerte Stetigkeit unnötig, jedoch wird durch Stetigkeit während der für die Belichtung irgendeines Körperteiles erforderlichen Zeitdauer ein Röntgenbild von so gleichmäßiger Vollkommenheit erzielt, wie es bisher das unerreichte Ideal aller Röntgenologen geblieben ist. Nachdem die für den gewählten Körperteil erforderliche Penetration bestimmt worden ist, läßt sich das Rohr leicht auf diesen Penetrationsgrad einstellen und mit einer beliebigen Milliamperezahl von 1 bis 200 Milliampere während einer für richtige Belichtung genügenden Zeitdauer erregen. Die Milliamperezahl, multipliziert mit der Länge der Belichtung, gibt die Milliamperesekunden. Aus den wenigen von mir angestellten Versuchen geht hervor, daß es gleichgültig ist, ob 1 Milliampere während 50 Sekunden oder 50 Milliampere während 1 Sekunde verwendet werden. Verhält sich dies so, und läßt sich die Penetration während der ganzen Belichtung genau kontrollieren, dann wird es sehr einfach, gleichmäßige Resultate in allen röntgenographischen Arbeiten zu erzielen, indem man sich nach einer Skala der für jeden Körperteil erforderlichen Milliamperesekunden richtet. Während der kurzen Zeit, in der es uns vergönnt war, dies Rohr zu prüfen, wurde jeder für die verschiedenen Körperteile erforderliche Penetrationsgrad während jeder Belichtung vollkommen beibehalten.

ad 3. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß gelegentlich besonders brillante Röntgenbilder erzielt werden, jedoch gelang es mir selbst niemals, solche Resultate mit einem gewissen Grad von Sicherheit zu erzielen, und nur selten zeigten die Bilder wirklich bemerkenswerte Einzelheiten. Meine Erfahrung mit dem Coolidge-Rohr veranlaßt mich zu der Annahme, daß diese bisher nur gelegentlich erzielten außerordentlich brillanten Röntgenbilder mit dem neuen Rohr ganz gleichmäßig hergestellt werden können, sobald die genau erforderliche Penetration und die für jeden Körperteil notwendige Menge von Milliamperesekunden bestimmt worden sind. Der

Apparat kann auf eine gewünschte Penetration eingestellt werden, und durch Verwendung derselben Milliamperezahl lassen sich hundert Röntgenbilder von solcher Ähnlichkeit anfertigen, daß keine Unterscheidung möglich ist.

ad 4. Anpassungsfähigkeit ist eine sozusagen unbekannte Eigenschaft von Röntgenstrahlrohren. Eine zunehmende Penetration ist niemals auf befriedigende Weise erreicht worden. Es ist gelungen, das Vakuum zu vermindern und daher die Penetration auf jeden beliebigen Grad zu verringern, aber die Unbeständigkeit des Vakuums machte die Resultate sehr unsicher. Beim Coolidge-Rohr ist die Anpassungsfähigkeit mit ein Hauptvorzug. Einen Augenblick arbeitet das Rohr mit so schwacher Penetration, daß die Blutgefäßanastomosen der Extremitäten sichtbar werden, und im nächsten Augenblick, ohne daß man seinen Platz in der Betriebskammer zu verlassen braucht, kann man das Rohr in einer weit über die Möglichkeiten des gewöhnlichen Rohres hinausgehenden Penetration betreiben. Dasselbe Rohr ist daher für alle Arten von röntgenographischen und therapeutischen Arbeiten verwendbar.

ad 5. Die enorme Leistung der Röntgenstrahlen des Coolidge-Rohres, dessen Penetration genau regulierbar und auf unbegrenzte Zeit von absoluter Stetigkeit ist und obendrein zu jeder späteren Zeit genau wiederholt werden kann, bereichert den Röntgenologen mit einem diagnostischen und therapeutischen Hilfsmittel von unermeßlichem Wert.

ad 6. Die Lebensdauer dieses Rohres wird von Dr. Coolidge auf wenigstens tausend Stunden fortgesetzten Betriebes geschätzt. Er meint sogar, daß das Rohr, anstatt sich abzunutzen, mit größerer Wahrscheinlichkeit durch Hinfallen oder zufälliges Zerbrechen sein Ende finden wird. Durch gewöhnlichen Gebrauch wird es seiner Meinung nach nicht durchgeschlagen werden.

ad 7. Die in der Wand der vorderen Hemisphäre des Rohres durch sekundäre oder abgelenkte Kathodenströme erzeugten indirekten Strahlen haben eine höchst unliebsame Rolle bei dem gewöhnlichen Röntgenstrahlenrohr gespielt. Diese indirekten Strahlen sind nicht nur nutzlos für die Röntgenographie, sondern geradezu schädlich, denn sie verwischen das Bild und erzeugen sekundäre Strahlen im Gewebe des eingeschobenen Körpers. Vor längerer Zeit stellte ich fest, daß die Hälfte der Strahlung von dem gewöhnlichen Rohr in Gestalt von indirekten Strahlen ausströmt. Obgleich allerlei die Anode umgebende Schirme und Hauben angegeben worden sind, bestand die praktischste bisherige Methode zur Ausschaltung ihres störenden Einflusses im Absperren dieser Strahlen durch eine Scheidewand außerhalb des Rohres, ohne einen Versuch, ihre Erzeugung zu verhindern. Beim Coolidge-Rohr gibt es keine indirekten Strahlen, wie aus der Abwesenheit von grüner Fluoreszenz der vorderen Hemisphäre hervorgeht und durch Stecknadelkopf-Dunkelkammerversuche bewiesen worden ist. Die Abwesenheit derselben macht das Anbringen einer kleinen Scheidewand und Druckblende in der Nähe des Rohres unnötig, so daß die Druckblende unabhängig vom Rohrhalter angebracht werden kann und nur zur Kompression und Lokalisation des zu belichtenden Körperteiles dient.

Nach dieser kurzen Übersicht der bemerkenswerten praktischen Vorzüge dieses Rohres, schreiten wir zur Betrachtung seiner Verwendbarkeit in der Röntgenographie und -therapie. Nach Vergleich von mit bestimmter, gleichbleibender Penetration und Milliamperezahl, unter wechselnder Belichtungslänge angefertigten Röntgenbildern von verschiedenen Körperteilen haben wir eine auf der Penetration des Rohres und den Milliamperesekunden beruhende Tabelle oder Skala zusammengestellt. Weitere Verbesserung und Vervollkommnung dieser Skala steht in Aussicht, durch genauere Regulierung der Penetration und Ausdehnung auf Kranke verschiedener Größe. Da sich dieselbe jedoch beim systematischen Arbeiten als sehr brauchbar erwiesen und uns instand gesetzt hat, die Resultate mit großer Genauigkeit zu vervielfältigen, teilen wir die beifolgende Skala mit, als ein Hilfsmittel für diejenigen, welche das Rohr so bald als möglich in Gebrauch zu nehmen wünschen[1]).

[1]) Die Milliamperesekunden können mit jeder beliebigen Amperezahl oder Belichtungslänge erzielt werden, jedoch sind eine mäßige Amperezahl und gewisse Belichtungslänge erwünscht, falls der zu röntgenographierende Teil ruhig gehalten werden kann.



Körperteil	Länge der Funkenstrecke in cm	Milliamperezahl	Zeit in Sekunden	Milliampere Sekunden
Hand (Weichteile)	$3^1/_2$—5	25	2	50
Hand (Knochen)	5	25	2	50
Fuß (Weichteile)	5	25	3	75
Fuß (Knochen)	$7^1/_2$	25	3	75
Knie (Weichteile)	$7^1/_2$	25	4	100
Knie (Knochen und Weichteile)	10	25	4—5	125
Knie (nur Knochen)	11	30	5	150
Schulter (Weichteile)	10	30	8	240
Schulter (Knochen)	11—13	30	10	300
Hüfte (Knochen)	13	30	15	450
Niere	10	30	15	450
Wirbelsäule (Knocheneinzelheiten)	13	30	15	450
Kopf (Seite)	13	30	15	450
Kopf (A. P.)	14	40	15	600
Lungen	$7^1/_2$	40	10	400
Magen	13	100	6	600

Nach unseren Versuchen zu urteilen, schien die Zahl der Milliampere-Sekunden größer zu sein als die mit dem gewöhnlichen Rohr gebräuchliche. Zur Feststellung dieses Punktes wurde eine Belichtung mit dem gewöhnlichen Rohr mit möglichst stetigem Vakuum ausgeführt. Dann wurde derselbe Vorgang mit einem Coolidge-Rohr wiederholt. Es zeigte sich, daß kein Unterschied zwischen den beiden Belichtungen zu entdecken war, weder in bezug auf die Dichtigkeit noch die Einzelheiten. Die mit dem neuen Rohr erzielte größere Schärfe beruht daher wenigstens teilweise auf einer vollen Belichtung ohne Vakuumwechsel und ohne Verdunkelung durch indirekte Strahlen.

Die enorme Milliamperezahl, die auf kurze Zeit verwendet werden kann, ist höchst wertvoll für die Gastroduodenal-Röntgenographie. Mittels eines Zeitschalters gelang eine genaue Feststellung der erforderlichen Gesamtzeit für die Anfertigung von zehn Röntgenbildern vom Magen eines Mannes mittlerer Größe. Die zehn Belichtungen wurden in $^4/_{10}$ Sekunden gemacht, oder jede Belichtung in ungefähr 0,06 Sekunde. Kontrast und Einzelheiten lassen nichts zu wünschen übrig. Diese Geschwindigkeit ist besonders wertvoll für die Röntgenkinematographie und ermöglicht vielleicht später einmal die Anfertigung von Kinematographien direkt vom Leuchtschirm.

Für die Röntgenoskopie besitzt das Coolidge-Rohr ebenfalls große Vorzüge, da jeder Penetrationsgrad erzielt werden kann. Es ist daher von unschätzbarem Wert für die kombinierte Serienkinematographie, Röntgenographie und Röntgenoskopie, die Idealmethode für Magendarmuntersuchungen.

Die große Nachfrage nach einem wirksamen röntgentherapeutischen Rohr veranlaßte mich, Dr. Coolidge zur Veröffentlichung seines Rohres zu drängen, als dasselbe erst in einer seiner Meinung nach unfertigen Form vorlag. Damals waren erst drei Röntgenaufnahmen mit dem Rohr gemacht worden, und sein therapeutischer Wert war noch gänzlich unerforscht. Seine Verwendbarkeit im Gebiete der Röntgenotherapie ging jedoch bereits aus Laboratoriumsversuchen hervor, welche die Stetigkeit des Rohres während seiner Erregung mit einer enormen Milliamperezahl zeigten; und gewisse, vor kurzem ausgeführte Experimente beweisen die außerordentliche therapeutische Wirksamkeit des Coolidge-Rohres im Vergleich mit den gebräuchlichen röntgenologischen Mustern. Für diese Experimente dient ein Hampsonscher Radiometer (s. Fortschritte, Bd. XVIII, S. 82).

Ein 5 cm dickes Stück Rindfleisch wurde, mit seiner Oberfläche 14 cm vom Lichtpunkt

des Rohres entfernt, angebracht. 3 Millimeter Aluminium wurden zwischen Rohr und Fleisch eingeschoben. Ein Hampson-Plättchen kam auf die Oberfläche des Fleisches zu liegen, ein weiteres Plättchen wurde $2^1/_2$ cm unter der Oberfläche gelagert, und ein drittes Plättchen stück wurde hinter den 5 cm Fleisch angebracht.

Das Rohr wurde so reguliert, daß es auf $18^3/_4$ cm Parallelstrecke zurückging. Das Bauersche Penetrometer notierte weit über die verzeichnete Skala hinaus. Das Waltersche Penetrometer zeigte 8 +. Die Belichtung dauerte $3^1/_2$ Minuten. Während dieser Zeit wechselte die Milliamperezahl von 10 bis 8 und zurück zu 9. Das Hampsonsche Plättchen auf der Oberfläche notierte 12 H. oder die dreifache Erythemdosis[1]). Das Hampsonsche Plättchen bei $2^1/_2$ cm Tiefe registrierte 6 H., oder anderthalb Mal die Erythemdosis. Das Plättchen 5 cm unter der Oberfläche zeigte 3 H., oder ungefähr dreiviertel der Erythemdosis.

Zur Wiederholung des vorigen wurde ein zweiter Versuch angestellt. Derselbe Penetrationsgrad im Rohr wurde beibehalten, das heißt, die Strecke verblieb bei $18^3/_4$, das Bauersche Penetrometer überschritt die Skala, das Waltersche Penetrometer notierte 8 +, und die Milliamperezahl wechselte zwischen 8 und 10. Es wurden wieder drei Millimeter Aluminium eingeschoben. Anfertigung einer Serie von vier Belichtungen während einer Minute und einer Belichtung von zwei Minuten.

Nach der ersten Belichtung von einer Minute zeigte das Plättchen an der Oberfläche 4 H. Die Plättchen bei $2^1/_2$ und 5 cm Tiefe wurden nicht abgelesen.

Nach der zweiten Belichtung von einer Minute also einer Totalbelichtung von zwei Minuten, zeigt ein neues Plättchen an der Oberfläche 4 H. Das $2^1/_2$ cm tiefe, während im ganzen zwei Minuten belichtete Plättchen zeigte 3 H.

Nach der dritten Bestrahlung von einer Minute zeigte ein neues Plättchen an der Oberfläche 4 H. Das $2^1/_2$ cm tiefe, während im ganzen drei Minuten belichtete Plättchen zeigte 4 H.

Nach der vierten Belichtung von einer Minute zeigte ein neues Plättchen an der Oberfläche 4 H. Das $2^1/_2$ cm tiefe, während im ganzen vier Minuten belichtete Plättchen zeigte 6 H. Das 5 cm tiefe Plättchen zeigte 3 H.

Nach einer fünften Belichtung von zwei Minuten zeigte das Plättchen an der Oberfläche 8 H. Das $2^1/_2$ cm tiefe Plättchen wurde nicht abgelesen. Das 5 cm tiefe Plättchen zeigte 4 H.

Beifolgende Tabelle zeigt die obigen Versuche in gedrängter Form:

Funkenstrecke	Milliamperezahl	Belichtungslänge in Minuten	Filter	Befund (Hampson)
$18^3/_4$	wechselte von 10—8—9	$3^1/_2$	3 mm Aluminium	Oberfläche: 12 H. $2^1/_2$ cm tief: 6 H. 5 cm tief: 3 H.
	9	1		Oberfläche: 4 H. $2^1/_2$ cm tief: nicht gelesen. 5 cm tief: nicht gelesen.
	$8^1/_2$	1 (Im ganzen 2)		Oberfläche: 4 H. $2^1/_2$ cm tief: 3 H.
	9—$8^1/_2$—8	1 (Im ganzen 3)		Oberfläche: 4 H. $2^1/_2$ cm tief: 4 H.
	9—$8^1/_2$—8—$9^1/_2$	1 (Im ganzen 4)		Oberfläche: 4 H. $2^1/_2$ cm tief: 6 H. 5 cm tief: 3 H.
	10—8	2 (Im ganzen 6)		Oberfläche: 8 H. $2^1/_2$ cm tief: nicht gelesen. 5 cm tief: 4 H.

[1]) Ein späterer Versuch zeigte, daß, wenn das Waltersche Penetrometer auf eine Platte gelegt und röntgenographiert wurde, die Strahlen leicht durch die stärkste Platinscheibe und selbst durch das umgebende Blei hindurchdrangen.

Aus obigen Versuchen geht hervor, daß durch sechs Bestrahlungen eine volle Erythemdosis 5 cm unter der Oberfläche in sechs Minuten zu erreichen ist. Mit dieser enormen Menge von hochpenetrierenden Strahlen kann jede gewünschte Schirmwirkung verbunden werden, ohne daß die Behandlung über eine rationelle Zeit hinaus verlängert zu werden braucht. Dr. **Coolidge** glaubt, daß mit einem großen Lichtpunkt auf der Anode sich die Milliamperezahl bis auf 2000 erhöhen lassen wird, und daß Transformatoren oder andere Erregungsapparate erfunden werden können, um die Penetration zu verstärken.

Mit Beherrschung solcher Mächte sind der Strahlenmenge, über welche wir verfügen, keine Schranken mehr gesetzt, und unter Anwendung der Kreuzfeuermethode und wesentlich erweiterter Schirmwirkung ist die Hoffnung berechtigt, daß sich dieselbe Menge von Röntgenstrahlen bei innerlichen Krebsen wird anwenden lassen, deren Verwendung bei oberflächlichen Krebsgeschwülsten diese zum sofortigen Verschwinden gebracht hat.

Der Veröffentlichung dieses merkwürdigen Fortschrittes in der röntgenologischen Wissenschaft muß hinzugefügt werden, daß dies Rohr ein zweischneidiges Schwert darstellt und großen Schaden anrichten kann, wenn es nicht mit peinlichster Sorgfalt gehandhabt wird. Diese Gefahr ist schleichender Art und besonders zu fürchten, weil die Wirksamkeit des Rohres sich während seiner Anwendung in keiner Weise äußert. Das gewöhnliche Rohr gestattete Belichtungen von mehreren Minuten ohne Gefahr für den Kranken. Dagegen können bei der vollen Leistung des neuen Rohres in viel weniger als einer Minute schwere und sogar tödliche Verbrennungen eintreten. Eine ernste Mahnung muß daher die Verkündigung einer Errungenschaft begleiten, die unbestreitbar für die Gegenwart die bedeutendste in ihrer Art darstellt.

Abbildungen auf Tafel IV.

Fig. 1. Eine Kinderhand, mit bemerkenswerten Einzelheiten in den Weichteilen, besonders den zum Daumen ziehenden Sehnen.

Parallelstrecke: $7^1/_2$ cm. Strom: 70 M.-A. Belichtung: $^1/_{10}$ Sekunde.

Fig. 2. Sofort nach der Anfertigung des in Fig. 1 gezeigten Röntgenbildes wurde das Rohr auf eine Stirnhöhle gestellt. Umriß und Knochenbau sind von solcher Deutlichkeit, daß man meinen sollte, das Röntgenbild wäre von einem Schädel ohne Weichteile aufgenommen worden.

Parallelstrecke: 13 cm. Strom: 30 M.-A. Belichtung: 15 Sekunden.

Fig. 3 zeigt sehr deutlich eine Geschwulst der Zirbeldrüse mit Veränderung des vorderen und hinteren Clinoidfortsatzes. Eine verdichtete Stelle im vorderen Teil des Türkensattels und eine örtlich umgrenzte Verdichtungszone in der Drüse sind deutlich sichtbar.

Parallelstrecke: $12^3/_4$ cm. Strom: 40 M.-A. Belichtung: 10 Sekunden.

Fig. 4 zeigt zwei verkalkte Stellen, wahrscheinlich verkalkte Drüsen, in der Lendengegend der Wirbelsäule.

Parallelstrecke: $12^3/_4$ cm. Strom: 50 M.-A. Belichtung: 30 Sekunden.

Fig. 5 gehört zu einer Serie von zehn Magenaufnahmen. Die zur Anfertigung der Serie erforderliche Gesamtzeit war $^4/_{10}$ Sekunde, laut registrierenden Zeitschalter. Da alle Aufnahmen ungefähr die gleiche Menge von Einzelheiten zeigen, betrug die Belichtungslänge für jede Aufnahme ungefähr 0,06 Sekunde. Das Röntgenbild zeigt eine Verschiebung der „Kappe“ durch ein postpylorisches (Duodenal) Geschwür.

Parallelstrecke: 14 cm. Strom: 110 M.-A. Belichtung: 0,06 Sekunde.

Fig. 6a und 6b. Zwei Röntgenaufnahmen des Walterschen Penetrometers zur bildlichen Darstellung der Anpassungsfähigkeit des Rohres. Fig. 6a ist mit einem außerordentlich weichen, auf $2^1/_2$ cm Parallel-Funkenstrecke zurückgehenden Rohr gemacht. Fig. 6b wurde einen Augenblick später mit demselben Rohr angefertigt, nachdem dasselbe auf eine über die Waltersche Skala hinausregistrierende Penetration eingestellt worden war. Wie ersichtlich, drangen die Strahlen mit Leichtigkeit durch die stärkste Platinscheibe und sogar durch die Bleihülle.

Fig. 6a. Parallelstrecke: $10^1/_4$ cm. Strom: 10 M.-A. Belichtung: 10 Sekunden.

Fig. 6b. Parallelstrecke: $20^1/_2$ cm. Strom: 10 M.-A. Belichtung: 12 Sekunden.

Aus dem Radium- und Röntgeninstitut von Dr. Löwenthal und Dr. Pagenstecher (Braunschweig).

Über Röntgenbehandlung des Lupus mittels Leichtfilter.

Von

Dr. **Alexander Pagenstecher.**

Die günstige Wirkung der Röntgenstrahlen auf lupöses Gewebe ist schon lange bekannt. Es ist aber ebenso bekannt, daß die Röntgenstrahlen bisher nur zur Unterstützung der übrigen Methoden verwendet wurden. Dies lag wahrscheinlich daran, daß die Wirkung durchweg eine zu oberflächliche war. Nun wissen wir aber, daß auch tiefere Hautschichten bei der lupösen Erkrankung beteiligt sind und daß die Ausheilung nur dann möglich ist, wenn auch diese tieferen Krankheitsherde nachhaltig beeinflußt werden. Das ist aber nur möglich, wenn man auch bei Lupus in gewisser Weise „Tiefentherapie" treibt Danach liegt es nahe, die Methoden der Tiefentherapie, wie sie von den Franzosen und neuerdings von gynäkologischer Seite empfohlen werden, auch auf den Lupus anzuwenden. Der Verwendung größerer Dosen stand bisher die Furcht vor der Verbrennung gegenüber und, obwohl man schon lange gelernt hatte, diese hohen Dosen bei der Myombehandlung der Haut des Unterleibes zu applizieren, wagte man doch bisher nicht, dasselbe Verfahren bei der Behandlung des Lupus an dessen Prädilektionsstellen, dem Gesicht, anzuwenden.

Gelegentlich der Behandlung eines inoperablen Mandelsarkoms mittels Leichtfilter (vgl. Münchener med. Wochenschr. 1913 Nr. 19) konnte ich feststellen, daß auch die Haut des Gesichts die vier- bis sechsfache sogenannte Erythemdosis verträgt, vorausgesetzt, daß man mit Röhren von 8—10 Bauer arbeitet und die Strahlen durch 3 mm dickes Aluminiumblech filtriert. Der Kranke, um den es sich da handelte, hat inzwischen während des ganzen Jahres dauernd unter Röntgenstrahlen gestanden und zwar erhielt er ungefähr alle drei Wochen auf dieselbe Stelle der Haut eine volle Erythemdosis, ohne daß die Haut außer einer nach etwa einem Jahre auftretenden Bräunung irgendeine Veränderung zeigte.

Nachdem so bei einem Falle von bösartiger Neubildung, bei der die Gefährlichkeit des Leidens selbst eine Röntgenschädigung geringen Grades gerechtfertigt hätte, die Gefahrlosigkeit der Behandlung wahrscheinlich gemacht worden war, ging ich (auf Anregung vom Kollegen Löwenthal) dazu über, zwei Lupusfälle, die ich bisher nach der alten Methode ohne großen Erfolg mit Röntgenstrahlen behandelt hatte, unter der 3 mm-Aluminiumfilterung zu behandeln. Über den Erfolg konnte ich bereits in der Zeitschrift für ärztliche Fortbildung berichten (1913, Nr. 19, „Röntgentiefentherapie"). Inzwischen sind noch sechs weitere Fälle hinzugekommen, die bei geeigneter Technik einen ähnlichen günstigen Erfolg zeigten.

An sich ist die Behandlung von oberflächlichen Hauterkrankungen mit harten Röntgenstrahlen nichts Neues.

Regaud und Nogier weisen bereits im zweiten Bande der Strahlentherapie (Einwirkung hoher X-Strahlendosen auf die Haut, S. 732) auf die Wirksamkeit der harten Strahlen auf die Haut hin und berichten über Erfolge bei ulzerierenden Mammakarzinomen und Epitheliomen, eine Beobachtung, die ich bei unserm relativ geringen Material an oberflächlichen Karzinomen nur bestätigen kann. Ferner kommen zu derselben Beobachtung Pförringer, der von vier Hautkarzinomen, die er mit durch Aluminium gefilterter Röntgenstrahlung behandelt hat, und außerdem von einem günstigen Erfolg bei Hautlupus berichtet, ferner Meyer-Kiel, der sich die andersgeartete biologische Wirksamkeit der harten Strahlung bei der Radioepilation des kindlichen Kopfes zunutzemacht (beide Beobachtungen werden in den Fortschritten, Band XXI, Heft V mitgeteilt). Im Gegensatz dazu weist Wichmann den Röntgen-



strahlen nur eine unterstützende Wirkung bei der Behandlung des Lupus zu (Strahlentherapie, Band II, Seite 25).

Wenn wir nun bei der Filterung durch 3 mm Aluminium (Leichtfilter) bessere und anscheinend dauerndere Resultate sehen, als bei der bisher geübten filterlosen Behandlung, so stimmt das mit den kürzlich von uns an anderer Stelle (Münchener med. Wochenschr. 1914, Nr. 4) entwickelten Anschauungen überein. Auch beim Lupus hat an Stelle der Intensivbestrahlung die Dauerbestrahlung zu treten, wenn auch nicht in so extremer Weise, wie bei malignen Geschwülsten. Der relativen Oberflächlichkeit der Lupusherde und ihrer relativen Gutartigkeit entspricht es daher, wenn wir an Stelle der kurzen Intensivbestrahlung protrahierte Behandlung setzen, an Stelle der ungefilterten Strahlen mit durch Leichtfilter filtrierten Strahlen arbeiten.

Dementsprechend sind wir jetzt zu folgender Art der Anwendung gelangt:

Das Gebiet des Lupus wurde in seiner ganzen Ausdehnung, ohne daß die Umgebung wesentlich abgedeckt wurde, in Zwischenräumen von je einem Tage mit je einer Volldosis behandelt und zwar wurden die Strahlen der zirka acht Bauer harten Röntgenröhre durch 3 mm Aluminium filtriert. Dann wurde, um auch die geringste Möglichkeit einer Verbrennung zu vermeiden, mit den Röntgensitzungen drei Wochen ausgesetzt und in der Zwischenzeit mit einer wechselnden Menge Mesothorium in einer dünnen Aluminiumkapsel die Ränder täglich mehrere Stunden lang nachbehandelt. Es ergab sich nämlich, daß der Lupus auf die Bestrahlungen hin in der Mitte Heilungstendenzen zeigte, während an den Rändern ein Fortschreiten zu beobachten war. Der Heilungsprozeß verlief dann in der Regel folgendermaßen: In einer jedesmal verschiedenen Zeit kam es zum Aufhören der Eiterung, zum Abstoßen der Schorfe und zur Überhäutung. Die Haut nahm nach einer einmaligen Behandlungsperiode häufig ein — abgesehen von einer Rötung — scheinbar normales Aussehen an, doch wurden alle Fälle zur Sicherung des Erfolges noch einmal derselben Behandlung unterworfen, zumal da sich nach längerer Latenz in einzelnen Fällen doch wieder Schorfe bildeten.

Diese konnten dann durch die sofort wieder einsetzende Behandlung ohne Schwierigkeit beseitigt werden. Abgesehen von der absichtlich durch das Mesothorium hervorgerufenen oberflächlichen Hautreizung, die in wenigen Tagen wieder abheilte, wurden trotz der manchmal mehrmals wiederholten Bestrahlung mit vier Volldosen keine Hautschädigungen beobachtet.

Von der Verwendung von Salben sahen wir nach Möglichkeit ab, da wir gerade in der reinen Strahlenbehandlung einen großen Vorzug vor den immer schmutzenden Salbenverbänden sahen. Nur in refraktären Fällen wurde vorsichtiger und beschränkter Gebrauch von reizenden Salben (Präzipitatsalbe u. ä.) gemacht, sonst wurde nur Vaselin verwandt, um der Haut das fehlende Fett zuzuführen.

Es ist klar, daß man bei unsern Fällen, ebensowenig wie bei den Karzinomfällen Nogiers und Pförringers, von einer definitiven Heilung sprechen kann; Tatsache aber ist, daß die Mehrzahl der Fälle jahrelang mit allen möglichen Mitteln, zum Teil auch unfiltrierter Röntgenstrahlung, behandelt wurde und daß bei unserer Behandlung — zum Teil innerhalb weniger Wochen — Heilungen oder wesentliche Besserungen eintraten.

Zur näheren Orientierung mögen die Auszüge aus den Krankengeschichten dienen.

Fall 1. G. G., Arbeiter. Klein-Stöckheim (Dr. Albrecht) Jan. 1913.

Vor sechs Jahren Verletzung des Nasenrückens durch ein Stück Holz. Es entstand ein schlecht heilendes, auf die ganze Nase übergreifendes Geschwür.

Behandlung: Jahrelang mit Salben, Quarzlicht und unfiltrierten Röntgenstrahlen.

Erste Untersuchung: Nase und Nasenrücken mit Borken bedeckt, nach deren Entfernung eitrig belegte Geschwürsflächen, derselbe Befund im Naseninnern.

Behandlung: Bis April 1913 mit unfiltrierten Röntgenstrahlen ohne großen Erfolg (zirka 20 x). Darauf Behandlung mit Mesothorium: Abstoßen der Schorfe, aber kein Aufhören der Sekretion aus der Nase, vor allem bleibt eine etwa ein Fünfpfennigstück große Stelle an der linken Backe, stark nässend,

ohne jede Heilungstendenz. Deshalb am 9. VII. Bestrahlung dieser Stelle mit je einer Volldose aluminiumgefilterter Röntgenstrahlen. Abheilung in zirka 14 Tagen und vollkommene Heilung der Nase bis Anfang Januar 1914. Damals erneut nicht eiternde Borken auf dem Nasenrücken, die durch erneute Leichtfilterbehandlung zur Abheilung kommen. Nachbehandlung mit Mesothorium. Nase erscheint jetzt wieder wesentlich gebessert. Sorgfältige Weiterkontrolle erforderlich.

Resultat: Wesentliche Besserung.

Fall 2. H. G., Schwester des Vorigen. 16 J., Kl. Stöckheim (Dr. Albrecht) April 1913.

Seit $^1/_2$ Jahr schlecht heilendes Geschwür an der Nase, beginnend am linken Naseneingang und übergreifend auf das Naseninnere. Entstehungsursache unbekannt.

Behandlung: Mit unfiltrierten Röntgenstrahlen in der bisher üblichen Weise, scheinbare Heilung, jedoch in wenigen Wochen Rezidiv. Darauf Behandlung mit Mesothorium, ohne daß eine am linken Naseneingang gelegene Stelle zur Heilung kam. Deshalb am 24. und 30. VII. Behandlung mit einer Volldosis unter Leichtfiltern. Heilung in kurzer Zeit, die, abgesehen von einem im Oktober aufgetretenen kleinen Ulkus am Naseneingang, anhält. Beseitigung dieses Ulkus durch nur 70 Milligrammstunden in kurzer Zeit. Seitdem geheilt. Letzte Nachuntersuchung am 28. Februar 1914.

Resultat: Geheilt.

Fall 3. F. O., Haustochter. 28 J. Braunschweig (Dr. Möller) Okt. 1913.

Ausgebildeter Lupus der ganzen linken Gesichtshälfte, welcher bis nahe an den Mundwinkel und zirka 2 cm unterhalb des unteren Lides reicht, entstanden durch eine kleine Verletzung im dritten Jahre nach der Geburt. Behandlung mit Ätzen, Auskratzen und Operationen ohne Erfolg, nach Quarzlichtbehandlung angeblich Verschlimmerung.

Erste Untersuchung: Die ganze Lupusfläche ist in der oben beschriebenen Ausdehnung mit dicken Borken bedeckt, nach deren Abheben stark eiternde Geschwürsflächen sichtbar werden.

Behandlung: In acht Sitzungen zirka vier Volldosen unter 3 mm Aluminium, danach kein sehr befriedigender Erfolg, deshalb Abbruch dieser Behandlung und Auftragen einer Ätzpaste, die aber auch nicht den gewünschten Erfolg hat. Deshalb erneut Mitte Dezember Strahlenbehandlung, in der Weise, daß die Ränder mit 6 Milligramm Mesothorium unter Aluminiumfilterung behandelt und die Mitte des Lupus noch einmal 3 Volldosen harter Strahlung ausgesetzt wird. Mitte Januar: Erfolg. Die Borken sind im Abfallen, der Lupus ist in seiner Gesamtheit abgeflacht und in die Lupusfläche hinein beginnen sich weiße Narbenstränge zu ziehen.

Resultat: Nach Ansicht des Dermatologen Dr. Möller liegt eine Heilung versprechende Besserung vor.

Fall 4. F. H. 35 J. Witwe. Hattorf (Dr. Bail) Jan. 1914.

Seit acht Jahren auf der linken Wange ein ein Fünfmarkstück großer Lupus, unter dem Kinn eine ähnliche Stelle, bisher mit Röntgenstrahlen nach der alten Methode ohne großen Erfolg behandelt.

Erste Untersuchung: Der oben beschriebene Lupus ist mit Borken belegt und sezerniert sehr stark, die unter dem Kinn gelegene Stelle ist über die übrige Haut stark hervorragend und mit speckigen Granulationen bedeckt.

Behandlung: Jede Stelle erhält in zweitägigen Zwischenräumen je eine Volldosis viermal und wird dann mit einer Salbe verbunden. Am 30. Januar sind beide Stellen stark entzündet, aber mit frischen Granulationen bedeckt. Die unter dem Kinn belegene Stelle ist noch erhöht und wird deshalb mit 240 Milligrammstunden Mesothorium unter Aluminiumfilterung behandelt. Am 13. II. ist die Stelle an der Backe restlos überhäutet, die Stelle unter dem Kinn ist abgeflacht, mit frischen Granulationen bedeckt und zeigt Heilungstendenz.

Resultat: In vier Wochen ist ein seit acht Jahren bestehender Lupus überhäutet, die zweite Stelle befindet sich, mit frischen Granulationen bedeckt, in Abheilung.

Fall 5. O. R. Arbeiter. 20 J. Braunschweig (Dr. Möller) Nov. 1913.

Im Anschluß an Masern vor sieben Jahren Lupuseffloreszenzen an der Wange, die seit 1906 mit allen Mitteln erfolglos behandelt wurden.

Erste Untersuchung: Effloreszenzen an der linken Wange, die aussehen, als seien sie durch einen Riß mit einem Stacheldraht entstanden, die Lupuseffloreszenzen sind speckig belegt und zum Teil mit Borken bedeckt. Eine ähnliche, aber wesentlich kleinere Stelle von länglicher Form hinter dem linken Ohr.

Behandlung: Viermal eine Volldosis filtrierter Röntgenstrahlen, daran anschließend Behandlung der suspekten Stellen mit Mesothorium. Anfang Januar sind die Borken abgefallen und frische Granulationen sichtbar. Anfang Februar ist auch diese Stelle bis auf eine stecknadelkopfgroße Stelle hinter dem Ohr geheilt, die bei der Nachuntersuchung am 22. März auch überhäutet ist.

Resultat: Geheilt.



Fall 6. L. H., Malermeistersfrau. 42 J. Braunschweig. Februar 1914.

Aus einem kleinen Knoten hinter dem rechten Ohr ist im Laufe von ungefähr zwanzig Jahren ein ausgedehnter Lupus entstanden, der das ganze rechte Ohr einschließt und auf die Wange übergreift. Operation (Exstirpation des Lupus), Tuberkulineinspritzungen, Salbenbehandlung, ohne Erfolg.

Behandlung: Mit vier Volldosen in zweitägigen Zwischenräumen, Abblassen und Abflachung des Lupus. Nachbehandlung mit Mesothorium. Über den endgültigen Effekt läßt sich hier nicht viel sagen, dazu ist der Fall zu kurz in Behandlung, doch ist das bisher Erreichte in Anbetracht der Kürze der Behandlung recht befriedigend.

Fall 7. Frau F., Buchhaltersfrau. 45 J. Braunschweig (Dr. Albrecht) Sept. 1913.

Seit Jahrzehnten bestehender Lupus im Gesicht, der zu einer völligen Atrophie der Gesichtshaut nebst Defekt der Nase geführt hat. Das Gesicht sieht maskenartig aus und ist mit flachen Borken belegt. Daneben besteht ein schwerer verruköser Lupus des linken Oberschenkels, die Effloreszenzen sehen fast blumenkohlartig aus und sind mäßig gerötet, nässen jedoch nicht. Alle bisherigen Behandlungen (Quarzlampe, unfiltriertes Röntgenlicht) waren ohne Einfluß auf diesen Lupus.

Behandlung: In zirka 40 Sitzungen wird der ganze Oberschenkel mit durch Aluminium filtrierten Röntgenstrahlen behandelt. Erfolg erst Anfang Januar, wo die Ränder des Lupus abzublassen und sich zu verflachen anfangen. Die in dem Beine infolge der zahlreichen verrukösen Wucherungen gestörte Zirkulation stellt sich wieder her, und es ist bei weiterer Fortsetzung der Behandlung auch eine Besserung der dem Genitale benachbarten Partien des Oberschenkels, an dem sich noch verruköse Erhebungen befinden, zu erhoffen. Für die Frau ist es jedenfalls die Hauptsache, daß sie ihr Bein wieder gebrauchen kann.

Resultat: Wesentliche Besserung.

Fall 8. W. L., Verkäuferin. Braunschweig (Dr. Möller) Nov. 1913.

Rezidiv eines Lupus unter dem linken Auge.

Behandlung: Mit durch Blei filtrierten Mesothoriumstrahlen, restlose Abheilung in zirka sechs Wochen.

Fassen wir die Resultate dieser Behandlungsmethode zusammen, so ergibt sich eine Heilung bei dreien, eine wesentliche Besserung bei vieren, von diesen dürften zwei mit Sicherheit geheilt werden, bei einem Falle ist wegen zu kurzer Behandlungsdauer ein Urteil nicht erlaubt.

Während Fall 1—6 einer kombinierten Behandlung mit Radium und Mesothoriumstrahlen unterworfen wurden, zeigt Fall 7 die sehr gute Beeinflussung eines schwer chronischen Lupus nur durch filtrierte harte Röntgenstrahlung, während Fall 8 den Beweis liefert, daß reine Gammastrahlung auch auf oberflächliche Hauterkrankungen einen heilenden Einfluß ausübt.

Nach diesen Beobachtungen halten wir uns für berechtigt, die Leichtfilterbehandlung des Lupus zur Nachprüfung zu empfehlen.

Eine praktische Kombination von klinischem Röntgenkabinett mit Laboratorium für tierexperimentelle Röntgenuntersuchungen.

Beschreibung des Röntgenlaboratoriums in der ersten Medizinischen Klinik München (Direktor: Prof. von Romberg).

Von

Privatdozent Dr. **Max Otten**, Oberarzt und Dr. **Philipp Klee**, Assistenzarzt.

Bei der Einrichtung des Röntgenlaboratoriums der ersten Medizinischen Klinik München war eine doppelte Aufgabe zu lösen: die Herstellung einer den modernsten Ansprüchen genügenden Anlage für die klinische Untersuchung von Kranken und die Einrichtung eines selbständigen und räumlich von der erstgenannten Anlage getrennten Röntgenlaboratoriums für Tierversuche. Hierbei war eine besondere Schwierigkeit dadurch gegeben, daß der Raum für Tierversuche ein Stockwerk höher als das klinische Untersuchungszimmer und nicht direkt über diesem liegt.

Es war von vornherein wünschenswert, mit einem und demselben Apparat in beiden Räumen je nach Belieben arbeiten zu können. Weiterhin war die Forderung gestellt, daß der Apparat sowohl die kürzesten Momentaufnahmen, d. h. also Blitzaufnahmen gestattet, vorzügliche Durchleuchtungsbilder ergibt und schließlich auch für (die später vorgesehene) intensive therapeutisehe Bestrahlung geeignet sein soll.

Die Einrichtung des Laboratoriums wurde nach den Vorschlägen der Verfasser von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. ausgeführt. Es wurde der Unipuls-Röntgenapparat der

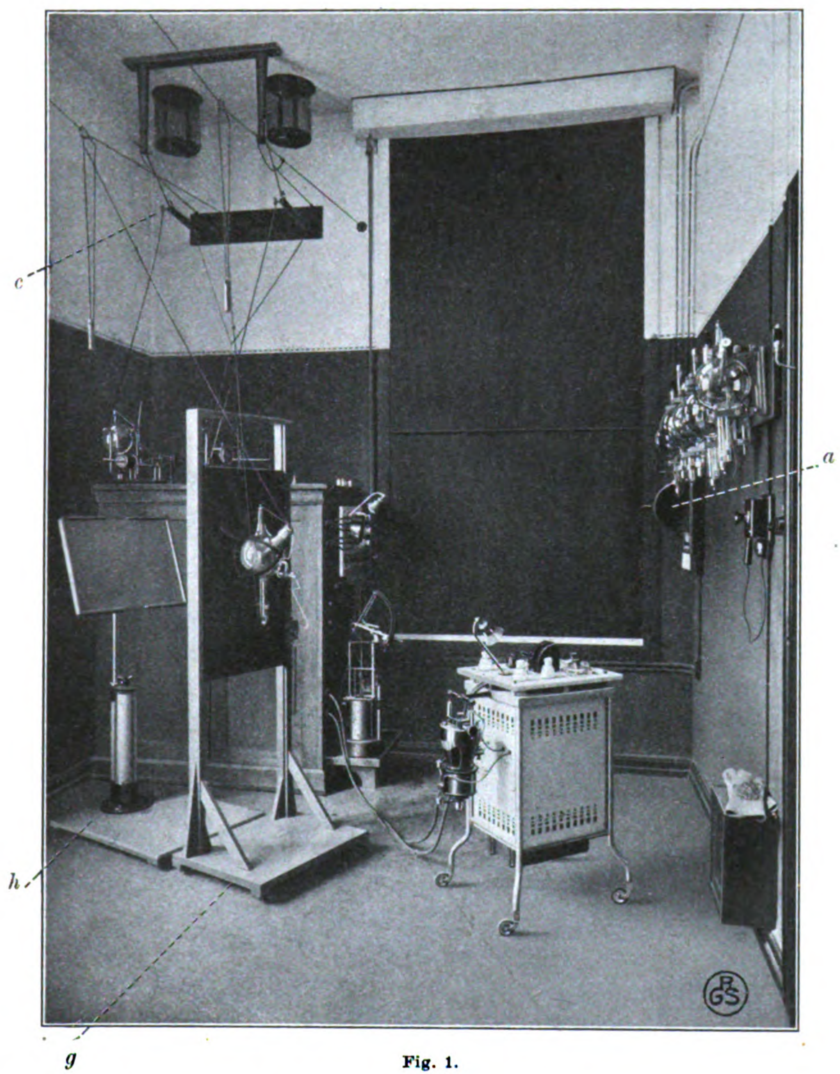


Fig. 1.

genannten Firma gewählt, welcher Blitzaufnahmen in der Zeit von za. $^1/_{200}$ Sekunde mit Hilfe eines Einzelschlagunterbrechers erlaubt, welcher ferner mit einem dreistiftigen Wehnelt-Unterbrecher ausgerüstet ist, um Zeit- und Schnellaufnahmen herzustellen. Außerdem ist ein Gasunterbrecher für Durchleuchtungen und für die später vorgesehenen therapeutischen Bestrahlungen vorhanden.

Der Unipulsapparat ist im klinischen Untersuchungsraum aufgestellt und an 220 Volt Gleichstrom angeschlossen, ein doppelpoliger Umschalter a) (Fig. 1) gestattet, daß bei Stellung 1 der Umschalter im Röntgenzimmer dem Apparat den Primärstrom direkt zuführt, in Stellung 2 jedoch eine elektrische Leitung einschaltet, die in den Raum für Tierversuche führt, damit man von dort aus mit einem Schalter b) (Fig. 3) den Strom einschalten kann.

Eine vorzügliche Lösung hat die Durchbildung der Hochspannungsleitung gefunden. Ein Hochspannungsumschalter c) (Fig. 1), an der Wand über dem Unipulsapparat angebracht, gestattet, mittels Schnurzuges die Hochspannungsleitung im Röntgenzimmer einzuschalten oder aber die Hochspannungsleitung nach dem ein Stockwerk höher gelegenen Raume und von da aus in das nebenan liegende Laboratorium für Tierversuche unter Spannung zu setzen.

Die Decken- und Wanddurchführungen für die Hochspannungsleitung sind nach einem neuartigen Prinzip von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. hergestellt. Weite Glas-

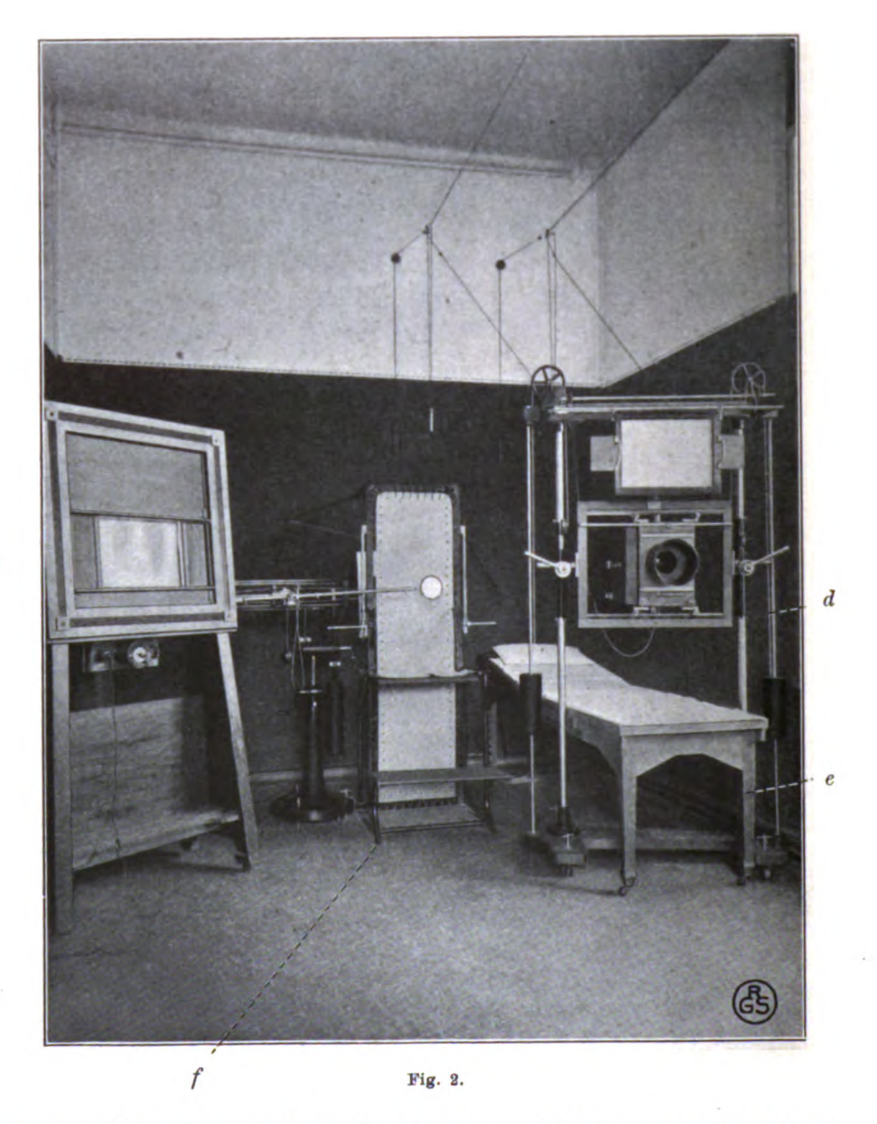


Fig. 2.

röhren (Fig. 4) von zirka 25 cm lichtem Durchmesser, zirka 1 cm starker Wand, sind durch entsprechend ausgebrochene Wandöffnungen hindurchgeführt und darin durch Eingipsen sorgfältig befestigt. Das Glasrohr steht auf beiden Seiten der Wand, beziehungsweise der Decke um zirka 25 cm vor, so daß die sogenannten Kriechwege für die elektrische Spannung sehr lang werden. Das Glasrohr wird auf beiden Seiten von runden, gedrehten und schwarz polierten Hartgummideckeln verschlossen. Die Deckel haben eine zirka 1 cm weite Bohrung in der Mitte, und durch diese Bohrung ist der mit starkem Gummi umpreßte Kupferdraht der Hochspannungsleitung hindurchgezogen.

Damit das Glasrohr nicht etwa Licht durchläßt bei Verdunklung des Röntgenzimmers für Durchleuchtungen, ist es durch Anstrich mit schwarzem Emaillack undurchsichtig gemacht.

Man hätte natürlich auch das Glasrohr aus schwarzem Glas herstellen können, doch waren solche Rohre im Handel nicht zu haben.

Soweit die Hochspannungsleitung nicht dazu dient, Strom durch auf ihr rollende Flaschenzüge abzugeben, ist sie aus mit starkem Gummi umpreßtem Kupferdraht hergestellt, damit die Verluste in der langen Leitung durch Strahlung möglichst gering gehalten werden.

Tatsächlich hat sich beim Gebrauch der Einrichtung gezeigt, daß, trotz der außerordentlichen Länge und komplizierten Führung der Hochspannungsleitungen durch mehrere über und

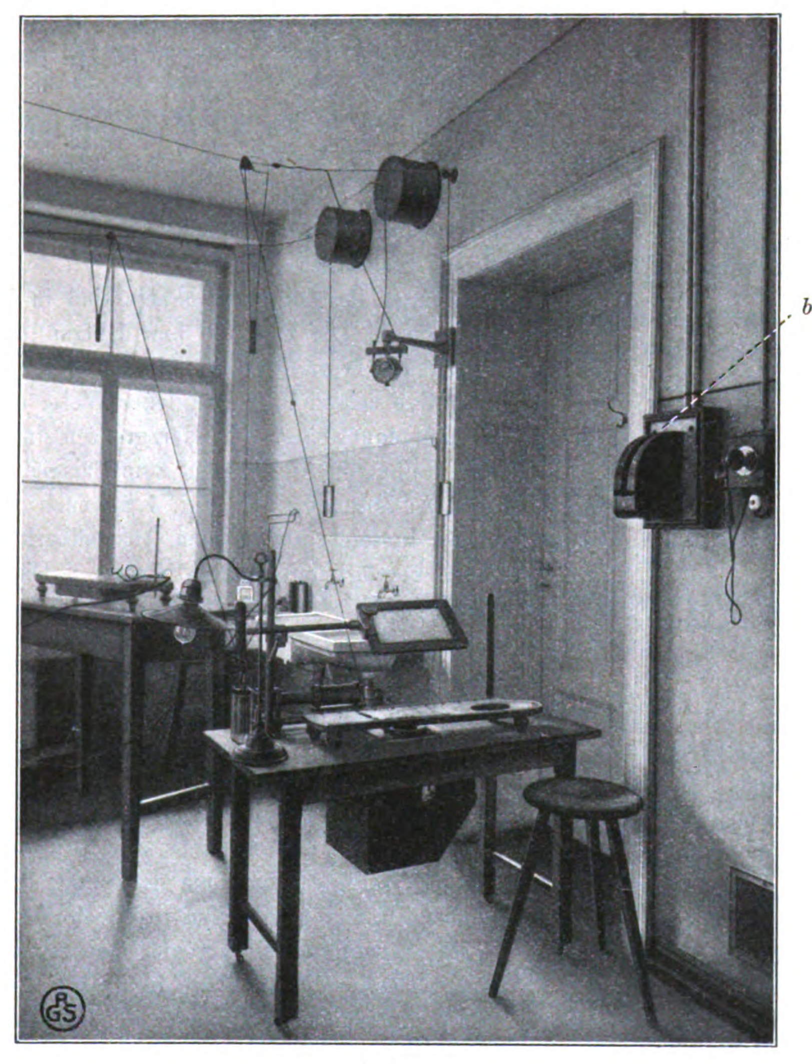


Fig. 3.

nebeneinander liegende Räume hindurch, die Strahlungsverluste so gering sind, daß man in dem Raum für Tierversuche die gleichen Röntgeneffekte erzielen kann, wie unmittelbar neben dem Unipulsapparat.

Die Einrichtung des klinischen Untersuchungszimmers ist aus den Figg. 1 u. 2 ersichtlich:

Für Durchleuchtung, Zeit- und Schnellaufnahmen hat sich das Béclère-Stativ (Fig. 2, d) vorzüglich bewährt. Die leichte Verschieblichkeit der Röntgenröhre in einer Ebene ist von wesentlichem Vorteil für die Durchführung der Lungen-, Magen- und Darmuntersuchungen. Der fahrbare Reguliertisch für den Unipulsapparat kann bei den Durchleuchtungen direkt neben den, die Durchleuchtung vornehmenden Arzt gestellt werden, so daß die Schaltung und Regulierung des Stromes ohne Umstellung mit Leichtigkeit durchgeführt werden kann.

In der Mitte des Zimmers steht ein Aufnahmetisch (Fig. 2, e) der bekannten Ausführung der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G.

Für orthodiagraphische Aufnahmen der Brust- und Bauchorgane ist ein Orthodiagraph (Fig. 2, f.) nach Dr. F. M. Groedel vorhanden, der bekannterweise gestattet, mit Hilfe eines parallel geführten Röntgenlichtbündels, die Konturen der Brust- und Bauchorgane auf einer Zeichentafel hinter dem Patienten pneumatisch aufzuzeichnen, während bei künstlichem oder Tageslicht die äußeren Körperkonturen und die Körpermerkpunkte in das Orthodiagramm eingezeichnet werden. Der Apparat kann mit samt seinem Kipptisch für den Patienten sowohl senkrecht als auch wagerecht und in den verschiedensten Zwischenlagen benutzt werden. Der Orthodiagraph zeichnet sich besonders durch seine außerordentlich leichte Beweglichkeit und durch die geringe Trägheit der bewegten Massen aus.

Für die Ausführung der Blitzaufnahmen ist ein besonderes Schutzgestell (Fig. 1, g) vorgesehen, welches gleichzeitig das Röhrenstativ darstellt und besonders dazu dient, den Patienten bei der Aufnahme vor überspringenden Funken zu schützen. Funken treten allerdings nur dann auf, wenn man die Röntgenröhren unzweckmäßig hart wählt, es ist somit nur mit dem Schutzgestell ein höherer Grad von Sicherheit gegeben.

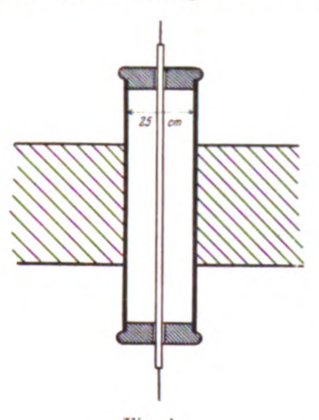


Fig. 4.

Die Leistungen des Unipulsapparates sind in jeder Beziehung mehr als ausreichend. Die Unipuls- bzw. Blitzaufnahmen gelingen, richtige Röhrenhärte vorausgesetzt, ohne Versager, und die gewonnenen Negative zeigen in vorzüglicher Weise die feinsten Einzelheiten des Lungengewebes. Die Herzgrenzen sind absolut scharf.

Für eine Reihe von Aufnahmen, zum Beispiel im Stehen oder Sitzen, ist das Aufnahmegestell (Fig. 1, h) nach Dr. Römer bestimmt, welches in seiner universalen Anwendbarkeit und leichten Verstellbarkeit vorzügliche Dienste leistet. Dies Stativ trägt wesentlich dazu bei, die Aufnahme für Arzt und Patient bequem zu gestalten.

Die ganze Anordnung und Einrichtung im klinischen Röntgenzimmer hat sich bisher auf das beste bewährt.

Das Röntgenkabinett für tierexperimentelle Untersuchungen sollte zwei Bedingungen erfüllen. Es mußte zunächst die Möglichkeit bieten, Tierkäfige unterzubringen, Tiere zu operieren, künstlich zu atmen, die nötigen Registrierapparate aufzubauen, kurz, physiologisch und pathologisch zu experimentieren und zweitens alle Erfordernisse erfüllen, die zu exakten Röntgendurchleuchtungen und Röntgenaufnahmen notwendig erscheinen.

Da schon der Verdunklung wegen das Zimmer nicht allzu groß sein durfte, erwies sich die oben geschilderte Überführung der Hochspannungsleitung aus dem klinischen Röntgenzimmer als sehr praktisch und vorteilhaft. Denn, wie die Abbildung (Fig. 3) erkennen läßt, beschränkte sich dadurch das ganze Röntgeninstrumentarium auf die zuleitenden Drähte mit eingeschaltetem Milliampèremeter, auf den Durchleuchtungstisch mit Röhre und Schirm und drittens auf den an der Wand befestigten Hebel (b) zum Einschalten des primären Stromes.

Die direkt zur Röntgenröhre führenden Drähte laufen mit Rollen auf den parallelen Drähten der Hochspannungsleitung, sie können bei Nichtgebrauch leicht zur Seite geschoben und, da sie als Flaschenzüge angebracht sind, bei Gebrauch beliebig lange herausgezogen werden. Als Durchleuchtungstisch dient ein nach den Angaben des einen von uns (Kl.) angefertigter, leicht fahrbarer Eichenholztisch von 70 cm Höhe, 120 cm Länge, 55 cm Breite. Der Tisch enthält in der Mitte eine Öffnung von 10 cm Durchmesser, die durch eine Bleiirisblende zu verschließen ist. Unter der Öffnung des Tisches ist zur Aufnahme der Röhre ein mit Röntgenschutzstoff nach allen Seiten ausgeschlagener Blendenkasten befestigt, wie ihn die Firma Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. für klinische Zwecke liefert. In diesen Blendenkasten sind die auf Röntgenböckchen befestigten Röhren bequem einzuschieben.

An einer Kante des Tisches sind leicht zur Seite klappbare Holzarme mit Drahtspiralen befestigt, die den Anschluß der Röhre an die Hochspannungsleitung erleichtern. Der Durchleuchtungsschirm ist in einem Metallhebel festgeschraubt, der sich nach allen Richtungen verstellen läßt. Die Klammer, die den Leuchtschirm hält, dient auch bei photographischen Aufnahmen zum Halten der Kassette.

Die zur Durchleuchtung kommenden Tiere — bei uns fast ausschließlich Katzen — werden auf einen mit einem Segeltuchausschnitt versehenem Holzbrett (nach dem im Utrechter Pharmakologischen Institut [Professor Magnus] gebräuchlichen Modell) aufgebunden. Außer dem Raum für dieses Brett bietet der Tisch noch Platz genug zur Aufstellung weiterer Versuchsapparate, z. B. Induktionsschlitten zur elektrischen Reizung, Elemente, Lampen, eventuell auch eines kleinen Kymographions. Bei Nichtbetrieb kann der fahrbare Tisch leicht in eine Ecke geschoben werden.

Zum Betrieb in dem Tierröntgenlaboratorium bedarf es nur der Einschaltung des Wandhebels (b), vorausgesetzt, daß vorher im klinischen Röntgenkabinett in der oben geschilderten Weise umgeschaltet wurde. Zur Verständigung mit dem klinischen Röntgenzimmer kann ein kleines Haustelephon benutzt werden. Jedoch ist für Tieraufnahmen und Durchleuchtungen die Hilfe einer zweiten Person in jenem Zimmer unnötig. Gearbeitet wurde stets mit dem Wehneltunterbrecher. Die Apparatur eignete sich sowohl für lang dauernde Durchleuchtungen, als auch für Zeit- und Momentaufnahmen. Der Röhrenverbrauch war äußerst gering. Am besten bewährte sich die Gundelachröhre.

Da diese Anlage nunmehr bereits seit einem Jahre im Betrieb ist, so kann auch das abgeschlossene Urteil gelten, daß sich die Einrichtung dauernd bewähren wird.

Vergleichende Versuche mit modernen Röntgeninstrumentarien.

Eine Entgegnung

Von

Friedrich Dessauer, Frankfurt am Main.

Zu den vorangegangenen Arbeiten von den Herren Wendt und Kreß im letzten Heft (Bd. XXI, Heft 6) habe ich nur sehr wenig hinzuzufügen. Ich möchte nur die Gelegenheit benutzen, um zu zeigen, welch großen Irrtümern der verfällt, der sich auf die Kurven der Tiefendosen verläßt, welche mit dem Apexapparat in der Tiefe erreicht worden sein sollten. Die Herren Günther und Bosselmann publizieren auf Seite 439 des XXI. Bandes eine Kurve von der Tiefenleistung des Apexapparates. Diese Kurve kann nicht stimmen. Sie stimmt ebenso wenig wie diejenigen Tabellen, welche Reiniger, Gebbert & Schall als Zirkular über die Tiefenleistung des Apexapparates veröffentlicht hat. Ich weiß auch, welchem Irrtum die Herren verfallen sind, aber tatsächlich hätte eine sehr einfache Überlegung sie dazu führen müssen, diese Fehler zu vermeiden. Tatsächlich unterscheiden sich die von den Herren Günther und Bosselmann einer früher von mir veröffentlichten Kurve gegenübergestellten Kurve über die Tiefenleistung des Appexapparates von der meinigen in zwei Punkten:

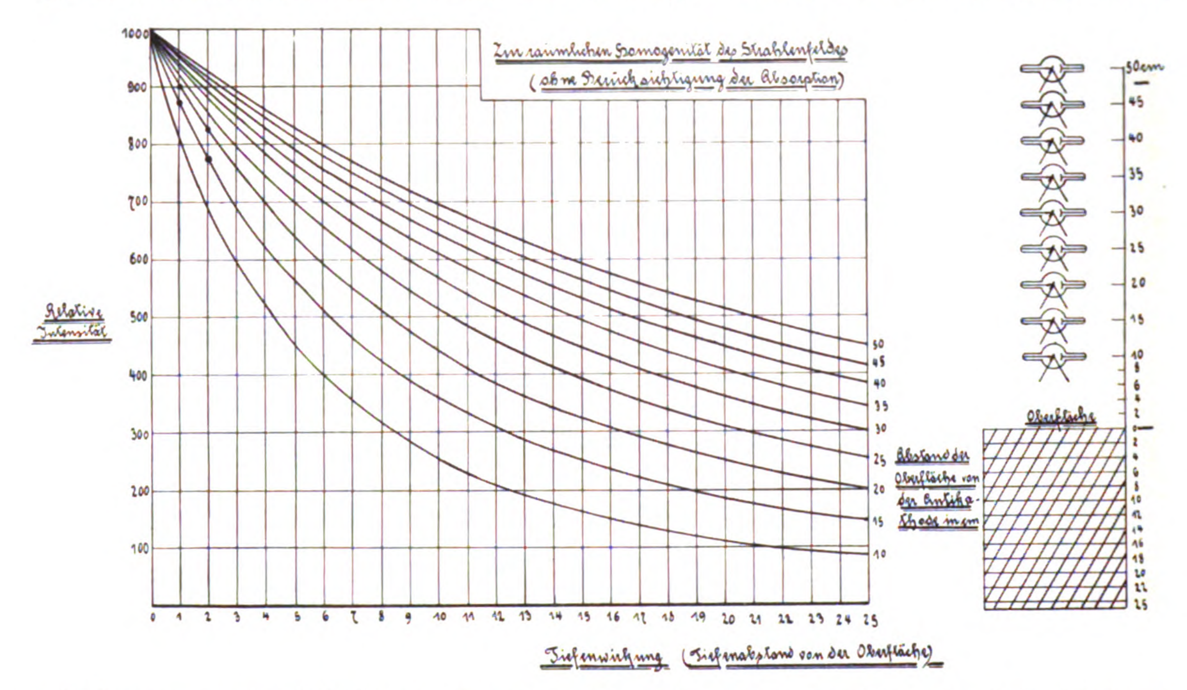
1. dadurch, daß meine Kurve bei einem aufgeschnittenen Myom die Absorption im Fleisch bestimmt, was die Herren zu erwähnen vergaßen, während die Kurve der Herren Günther und Bosselmann mit einem Meßblock und dem Aluminium-Phantom gemacht worden ist. Ich habe gefunden, daß eine cm-Muskelschicht mehr wie doppelt soviel absorbiert, wie der mm-Aluminium des Phantoms. Diese beiden Dinge lassen sich überhaupt nicht vergleichen, und

2. hauptsächlich dadurch, daß die von mir veröffentlichte Kurve richtig ist, während die von den Herren Günther und Bosselmann vom Apexapparat veröffentlichte unrichtig ist.

Warum? Sehr einfach: man weiß, daß die Wirkung der Strahlen mit dem Quadrate



der Entfernung abnimmt. Außerdem nehmen die Strahlen aber noch durch die Absorption ab. Diese beiden Abnahmen kommen zusammen. Die Dosen sollen nach den Angaben von Reiniger, Gebbert & Schall mit Kienböck-Streifen in dem Gaußschen Phantom gemessen worden sein, — während bei meiner von den Herren Günther und Bosselmann publizierten Kurve wirkliches Myomfleisch, aufgeschnittenes Fleisch, verwendet worden ist, was bedeutend mehr absorbiert als das Gaußsche Phantom. Nehmen wir nun an, daß 1 mm Aluminium des Gaußschen Phantoms nur 5 % der einfallenden Strahlung absorbiere, dann kann in jedem Zentimeter Tiefe die vorhergehende Strahlung vorhanden sein, abzüglich dessen, was einmal durch die Zerstreuung der Strahlung, also die quadratische Abnahme und andererseits dessen was durch die Absorption verloren ging. Wenn man nun die Apexkurve des Artikels betrachtet, so verhält sich die Sache so, daß an manchen Tiefen des Phantoms beim Apexapparat überhaupt gar keine Strahlen absorbiert wurden. Die Strahlung ist dort so stark als dem quadratischen



Abnahmegesetz, also lediglich der Abnahme durch Dispersion entspricht. Das läßt sich leicht an Hand der beigegebenen Tafel zeigen, die ich zum Nachweis der räumlichen Homogenitätsverhältnisse in einer diesbezüglichen Arbeit verwendet habe. Die Tafel ist so gezeichnet, daß in einem Phantom (rechts in der Ecke), welches überhaupt nichts absorbieren soll, die Tiefenwirkung im Verhältnis zur Oberflächenwirkung durch die Kurven dargestellt wird, wenn die Röntgenröhren auf 10, 15, 20, 25 cm bis 50 cm entfernt werden. Ich will damit nur beweisen, daß mit wachsender Entfernung das Verhältnis von Oberflächendosis zur Tiefendosis besser wird. Sieht man sich nun die Kurve an, die also unter der Voraussetzung, daß überhaupt nichts absorbiert wurde bei einem Abstand von 15 cm gerechnet und gezeichnet wurde, so kann nach 1 cm maximal 87,7 % der Oberflächenenergie vorhanden sein. Da aber natürlich das Aluminium auch etwas absorbiert, mindestens 5 %, so kann weiterhin allerhöchstens 82,7 % der Einfallsstrahlung vorhanden sein, die Kurve des Apex zeigt aber 87—88 %. Im zweiten Zentimeter müßte sich durch den Zerstreuungsverlust der Strahlung das Strahlenverhältnis von $\frac{16^2}{17^2}$ vermindert haben, wenn nämlich im zweiten Zentimeter nichts absorbiert worden wäre. In diesem Falle könnte sie rund 73 % betragen (ohne Absorption). In der Reiniger-Kurve beträgt die Intensität aber 72 %. Das Phantom hat nichts absorbiert, es ist also wieder keine Minderung eingetreten. Es muß notwendig aber absorbiert werden, nehmen wir an 5 % der Einfallsstrahlung, dann kann

nach den beiden Zentimetern nach physikalischen Gesetzen nur etwa 69.1 x vorhanden gewesen sein. Und so geht es weiter. Nun könnte man ja verzeihen, daß in diesem vorliegenden Fall die Herren Günther und Bosselmann, oder wer sonst die Kurve auf dem Gewissen hat, einmal einem Irrtum anheim gefallen sind. Aber in den Tabellen und in Zirkularen der Firma Reiniger, Gebbert & Schall über die Tiefenwirkung ihrer Apparate ist dieselbe Sache vorgekommen. In dem oben erwähnten Zirkular, in welchem sogar Versuche einiger Kliniken, wie der Frauenklinik in Freiburg i. Br. und der in Heidelberg angeführt sind, wurde weit mehr Strahlung in der Tiefe nachgewiesen als physikalisch überhaupt möglich ist.

Ich bin der Ansicht, daß die Herren einem sehr groben Irrtum anheim gefallen sind, nämlich dem Irrtum, daß die Kienböck-Streifen eben doch sehr stark auf korpuskulare Sekundärstrahlung empfindlich sind, die in dem Phantom selbst entsteht. Deswegen ziehe ich ja auch vor, meine Messungen mit Fleisch zu machen. Das ist auch deswegen besser, weil das Gaußsche Phantom und die Fleischabsorption zwei sehr verschiedene Dinge sind. In einer ausführlichen Arbeit, die demnächst erscheint, komme ich darauf zurück. Das Aluminium-Phantom ist für harte X-Strahlung falsch. Aber auch, wenn es benutzt wird, um ein Bild über die Tiefenwirkung zu erhalten, so muß man etwas vorsichtig damit umgehen, um nicht so groben Irrtümern anheim zu fallen, wie die Herren Dr. Günther und die Herren von Reiniger, Gebbert & Schall. Es ist dies einerseits peinlich für sie selbst, andererseits kommen sie zu Anschauungen von der Überlegenheit eigener Fabrikate, die eben irrtümlich sind, wie die Messungen irrtümlich waren.

Institut für spezielle chirurgisch-demonstrative Pathologie der Kgl. Universität Genua.
Leiter: Professor Ernesto Bozzi.

Weiterer Beitrag zum Studium der vielfachen osteogenetischen Knochenauswüchse.

Von

Dr. E. A. **Delfino**, I. Assistent.

(Hierzu Tafel II, Fig. 1—7).

Nach Veröffentlichung eines Falls von vielfachen Knochenauswüchsen (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. XX), bei dem ich darauf hinwies, daß das zur Beobachtung gelangte Individuum einer von Rhachitiserscheinungen heimgesuchten Familie entstammte, in der einige Mitglieder von Schädigungen tuberkulöser Natur betroffen waren, hatte ich Gelegenheit, die Schwester der Kranken zu untersuchen, die dasselbe Leiden aufwies. Ich halte es für interessant, hier die Krankheitsgeschichte und die zu ihr gehörenden Röntgenogramme wiederzugeben.

B. Giuseppina, 10 Jahre alt, Bauernmädchen, geboren zu Stellata (Ferrara).

Bezüglich der Familiengeschichte verweise ich der Kürze wegen auf den bereits beschriebenen Fall.

Persönliche Krankheitsgeschichte: Nach Angabe der Eltern ist B. ein ausgetragenes Kind und machte, wie die Schwester, erst sehr spät die ersten Schritte (ungefähr dem 18. Monat zu).

Bis zum fünften Lebensjahr wies sie deutliche Anzeichen von Rhachitis auf (Krümmung der unteren Glieder, Batrachierbruch, überentwickelten Schädel, wohl ausgeprägtes Hervortreten der Stirnhöcker usw.). Es wurde ihr eine medizinische Kräftigungskur vorgeschrieben, die ihr auch einigen Nutzen brachte. An den gewöhnlichen Hautausschlägen der Kindheit hat sie nie gelitten, noch hat sie je irgendeine bemerkenswerte Krankheit durchgemacht. Im siebenten Lebensjahr ungefähr begann sie an den beiden Knien, genauer gesagt auf der Höhe des Schienbeinknochenanwuchses, das Auftreten einiger kleiner fester, harter Anschwellungen wahrzunehmen, die nach Ansicht der Eltern zu derselben Art gehörten, wie die bereits bei der Schwester beobachteten.

Mit dem Zunehmen der Jahre wurden diese Neugebilde immer umfangreicher, es erschienen ferner andere an den oberen Gliedern und an verschiedenen Körperteilen, die ihr jedoch keinerlei Störungen



verursachten. Sie klagt nur, wie auch die Schwester, über Schmerzen in der Oberschenkelgegend nach einem das gewohnte Maß überschreitenden Gehen.

Sie erscheint in unserm Ambulatorium am 22. August 1913, wobei festgestellt wird: Höhe 1,10 m, allgemeines Aussehen ziemlich heruntergekommen, ungenügend ernährt, Hautfarbe blaß. Bei genauer Untersuchung der Atmungswerkzeuge wird auf der Höhe der linken Lungenspitze ein leichtes, rauhes, wenig verlängertes Atmen wahrgenommen; nichts anderes im übrigen Lungenumfang, nichts Bemerkenswertes rechts. Im Blutkreislauf lassen sich keine Veränderungen feststellen, ebensowenig in den Verdauungswerkzeugen mit Ausnahme einer belegten Zunge und einer ziemlich ausgesprochenen Verstopfung, deretwegen Patientin zu Klystieren und Abführmitteln griff. Geschlechtsapparat ohne Besonderheiten, Regel noch nicht aufgetreten. Das Lymphdrüsensystem sieht ziemlich entwickelt aus; an der linken Seite des Halses und der Leisten werden kleine, zahlreiche, leicht vergrößerte Drüsen wahrgenommen.

Die aufmerksame Prüfung des Knochensystems führt zu folgenden Feststellungen:

Schädel: Mehr als normaler Umfang; vortretende Stirnhöcker. In der Gegend der vorderen vollständig geschlossenen Fontanelle findet sich eine bedeutende Vertiefung vor.

Gesicht: Nichts Bedeutendes.

Hals: Halswirbel ohne Besonderheiten.

Wirbelsäule: Sie bietet keinerlei pathologische Abweichungen, ebenso läßt sich an den Wirbeln nichts Besonderes wahrnehmen.

Rippen: In der Nähe des Brustbeins und in der Gegend der chondrokostalen Gelenke eine Reihe eigentümlicher Auftreibungen (rhachitischer Rosenkranz). Eine kleine knöcherne Erhabenheit wird auf der Höhe der fünften linken Rippe und eine andere bei der sechsten ebenfalls linken Rippe an der vorderen Achsellinie beobachtet. Die sie überziehende Haut ist normal und verschiebbar. Diese Neugebilde sind hart, fest und so groß wie Erbsen.

Brustbein: An der Verbindungsstelle zwischen Manubrium sterni und dem Körper bietet sich eine ansehnliche Auftreibung dar.

Schlüsselbein: Nichts Bemerkenswertes.

Rechtes Oberarmbein: (Röntgenogramm Nr. 1. Vordere, hintere Projektion). Ungefähr in der Mitte des Knochenmittelstücks läßt sich ein ungefähr 8—9 mm langer Sporn erkennen, der von oben nach unten und von außen nach innen schief hervortritt. An diesem Sporn wird eine Kortikalis und ein deutlich schwammiges Gewebe wahrgenommen. Es kann dabei die sehr interessante Tatsache beobachtet werden, daß das ganze Oberarmbein in seiner Achse eine Krümmung aufweist, deren Konkavität nach außen und deren Konvexität nach innen gerichtet ist. Auch hier ist die darüberliegende Haut normal und über dem Neugebilde verschiebbar.

Linkes Oberarmbein: (Röntgenogramm Nr. 2. Vordere, hintere Projektion). Auch da tritt dieselbe bereits auf der rechten Seite beobachtete Krümmung mit denselben Merkmalen hervor. Wie beim rechten Oberarmbein sehen wir auch hier ungefähr in der Längenmitte des Knochens einen Vorsprung, der noch keine Sporenform besitzt und in dem ein zentraler, hellerer Teil sichtbar wird.

Rechter und linker Vorderarm: (Röntgenogramm Nr. 3—4. Vordere, hintere Projektion.) Es tritt weiter nichts zutage, als ein kleines Gebilde am inneren Rand der Elle, und zwar 3 cm oberhalb der epiphysären Linie. An dem linken Vorderarm dagegen ist dieses Ellengebilde mehr ausgesprochen und mehr verknöchert. Außerdem wird an dem inneren Rand der Speiche, immer oberhalb der epiphysären Linie, ein eiförmiger Knochenauswuchs bemerkt (Röntgenogramm Nr. 5. Seitliche, äußere Projektion), dessen zentraler Teil aus hellerem Knochengewebe und weniger dichtem Bälkchengefüge besteht. Die Einwärts- und Auswärtsdrehungsbewegungen gehen sowohl rechts wie links normal von statten.

Hände: An den Fingern der Hände, genauer ausgedrückt, auf der Rückenseite des Daumens, des Zeigefingers, des Ringfingers und des kleinen Fingers der rechten Hand werden kleine, knöcherne Erhebungen wahrgenommen, desgleichen an der linken Hand und zwar wiederum auf der Rückenseite des Zeigefingers, Mittelfingers und kleinen Fingers. Trotz verschiedener Röntgenaufnahmen konnte wahrscheinlich ihrer Rückenlage oder ihrer knorpeligen Natur wegen kein klares Bild erhalten werden.

Becken: Zwei kleine Erhabenheiten lassen sich auf dem rechten Darmbeinkamm wahrnehmen, auf der linken Seite nichts.

Rechtes Knie: (Röntgenogramm Nr. 6. Vordere, hintere Projektion). Oberhalb der epiphysären Linie erkennt man eine Unregelmäßigkeit am äußeren Gelenkknochen des Oberschenkelbeins und etwas weiter oben einen kleinen Sporn; unterhalb der epiphysären Linie nichts Bemerkenswertes.

Ungefähr 2 cm unterhalb der epiphysären Linie beobachtet man am Schienbein einen etwa $^1/_2$ cm langen Sporn, der fast in vertikaler Richtung nach unten läuft. Die Kortikalis des Schienbeins setzt sich mit diesem Sporn, der ein kleineres, weiter nach außen gelegenes Anhängsel aufweist, ohne Unterbrechung fort. Unterhalb dieses Knochengebildes erkennt man einen runden, ungefähr erbsengroßen Schatten, dessen Mitte noch keine Kalksalze besitzt, während die betreffende Peripherie deutlich ver-

kalkt ist. Das erwähnte Gebilde liegt in der Dicke des M. soleus und kann als ein in Bildung befindliches Sesambein aufgefaßt werden. Auf der Außenseite bietet das Schienbein nichts Außergewöhnliches dar. Auch an der inneren Oberfläche des Wadenbeins finden sich unterhalb der epiphysären Linie Unregelmäßigkeiten, die den Knochenkopf dicker erscheinen lassen. Die Beuge- und Streckbewegungen des Unterschenkels gelingen vorzüglich.

Linkes Knie: (Röntgenogramm Nr. 7. Vordere, hintere Projektion). An dem Oberschenkelbein werden Gebilde wahrgenommen, die dasselbe Aussehen haben, wie die am rechten Oberschenkel beschriebenen. Das Schienbein weist an seiner Innenseite, 2 cm unterhalb der epiphysären Linie, ein eiförmiges, erbsengroßes Gebilde auf, das mit dem Schienbein vermittelst einer engen Brücke in Verbindung steht. Dieses Gebilde besitzt unverkennbar die Schwammstruktur des Schienbeinanwuchses. Unterhalb desselben werden zwei kleine, wenige Millimeter lange Sporen wahrgenommen, die aus der Kortikalis heraustreten. Auf der Außenseite des Schienbeins wird an der Grenze zwischen Diaphyse und Epiphyse ein Gebilde mit noch feinerer Knochenstruktur, wenig hervortretender Kortikalis und nur wenig sichtbarem, schwammigem Gewebe beobachtet. Der äußere Rand der Schienbeinepiphyse zeigt unregelmäßige Umrisse und ist derart vergrößert, daß es so aussieht, als ob er eine gute Strecke weit mit dem inneren Rand des Wadenbeins verbunden wäre. Auch der Knochenanwuchs des Wadenbeins ist vergrößert und besitzt sowohl außen wie innen unregelmäßige Ränder. Auch hier sind die Beuge- und Streckbewegungen des Unterschenkels normal.

Füße: Weder an den Fußwurzel-, noch an den Mittelfuß-, noch an den Zehenknochen läßt sich irgendwelches Knochenneugebilde wahrnehmen.

Wir befinden uns also auch in diesem Falle einer mit zahlreichen Knochenneubildungen behafteten Kranken gegenüber (23), die in enger Beziehung stehen zum Knochensystem und der Merkmale wegen, die genau dieselben sind, wie die bei dem vorhergehenden Falle beschriebenen, als vielfache osteogenetische Knochenauswüchse anzusehen sind.

Ich verzichte hier darauf, die in meiner früheren Veröffentlichung gegebenen Betrachtungen zu wiederholen, die auch zu diesem Falle vollauf passen. Ich möchte hier nur darauf hinweisen, daß bei dieser Kranken auch deutlich sichtbare Veränderungen in der Knochenstruktur des Skeletts bestehen, die uns in den Röntgenogrammen 1—2 entgegentreten, wo wir eine bedeutende Krümmung des rechten und linken Oberarmknochens vorfinden, was, wie bekannt, bei den von Rhachitis betroffenen Individuen wahrgenommen werden kann.

Wir müssen aber auch noch eines anderen Umstandes gedenken, daß nämlich bei unserer Kranken eine leichte aber sichere Verletzung tuberkulöser Natur in der linken Lungenspitze festgestellt worden ist. Die Hautreaktion fiel deutlich positiv aus, die Wassermannsche Reaktion dagegen vollkommen negativ.

Ich habe es für angebracht gehalten, diesen Fall bekannt zu geben, da er nicht nur ein Beispiel ist für das Vorkommen dieser Krankheit in der Familie, sondern unser Augenmerk auch dem Einflusse zuwendet, den die Rhachitis und die Tuberkulose bei der Entwicklung der osteogenetischen Knochenauswüchse haben können, was in dem früheren Falle als Vermutung aufgestellt worden ist und in dem vorliegenden noch viel deutlicher hat beobachtet werden können.

Was brachte das Jahr 1913 der gynäkologischen Röntgentherapie?

Von

Privatdozent Dr. **Kirstein**, Marburg.

Hie Radium, hie Mesothorium, so hallt es wider im medizinischen Blätterwald. Als ob es gar keine Röntgenstrahlen mehr gäbe, als ob es sich gar nicht mehr verlohne, Zeit, Geld und Arbeit für das „offenbar überwundene" Behandlungsverfahren noch aufzuwenden. γ-Strahlen durch Atomzerfall radioaktiver Substanzen, Umwandlung des Urans und Thoriums durch eine Reihe merkwürdigster Substanzen hindurch, „früher einmal" Elemente genannt, bis zum trägen, toten Blei, Strahlenersatz, Strahlenimitation, Krebsheilungen: das genügt ja auch, selbst des eingeschworensten Philisters eng gezogene Gedankenkreise einigermaßen zu stören. Es hat



aber auch genügt, der literarischen Behandlung röntgentherapeutischer Fragen die Aktualität ersten Grades zu nehmen. Nicht als ob die Anzahl der Veröffentlichungen abgenommen hätte; im Gegenteil, leider nicht. Aber „das Hetzen" hat nachgelassen, die der soliden Wissenschaftlichkeit verderbliche Sucht, im Prioritätsstreit nur ja nicht zu spät zu kommen. Und das ist auch ein Fortschritt, und zwar kein kleiner. Mit größerer Ruhe wird genauer gearbeitet, womit ich sagen will, mehr in die Breite, weniger in die Länge oder Tiefe. Es gibt viel nachzuholen. Und das ist im verflossenen Jahre in vielen Stücken erfreulicherweise gründlich geschehen. Der hoch aufgeschossene Baum mutete fast ungesund an, treibt nun aber feste Zweige und kräftige Wurzeln, zahllose Blätter und fruchtbare Blüten und sieht jetzt aus, wie eine hundertjährige Eiche zu der Zeit, als sie noch jung war. Das ist nämlich der andere Grund, weshalb es über der gynäkologischen Röntgentherapie etwas ruhiger geworden ist: Sie hat ihren Platz an der Sonne und möchte sich dort jetzt nur noch etwas breit machen. Wie sie das im letzten Jahre angestellt hat, will ich beschreiben, wobei ich vor dem sachverständigen Leserkreise dieses Blattes natürlich weder bei Adam noch bei der Entdeckung der Röntgenstrahlen anzufangen brauche.

Ich glaube in der Behauptung nicht zu irren, daß wir den Hauptfortschritt in technischer Beziehung gemacht haben. Da ist zunächst die Apparatur zu nennen. Ob Induktoren oder Gleichrichter benutzt werden, die Erfolge sind die gleichen. Es handelt sich vornehmlich darum, jeden Typ so auszubauen, daß er bei größter Röhrenschonung möglichst viel aufgewandte Energie in möglichst große Röntgenstrahlenmengen bei gleichzeitig möglichst langdauernder Inanspruchnahme des Instrumentariums umsetzen kann. Die ferner notwendige Erhöhung der Röhrenbelastung — wir wollen ja mit recht harten Röhren arbeiten — erfordert weiter eine Vergrößerung der primären Stromstärke. Das bedeutet nun aber wieder eine schwierige Mehrarbeit für den Unterbrecher. Sie zu leisten, wurde von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. der „Apexunterbrecher" konstruiert (Heber, Strahlentherapie, III, 2), der Leuchtgas oder, wo solches fehlt, in Bomben transportabeles Blaugas, zur Dämpfung des Kontaktöffnungsfunkens benutzt, was vom Kondensator allein nicht genügend besorgt wird. Je kleiner aber der Öffnungsfunke, desto stärker die Entladung im sekundären Stromkreis und damit die Intensität der Röntgenstrahlen. Hinzu kommt die reinliche Arbeit des ohne Quecksilberverschlammung arbeitenden Gasunterbrechers, der außerdem natürlich eine Variation in der Stromschlußdauer gestattet, was wiederum für die sekundäre Entladung günstig ist. Als Rekordleistung gibt die Fabrik an: In 15 cm Fokushautabstand werden in 10 Minuten unter 3 mm Aluminiumfilter mit einer Röhre von 10 Wehnelt 60 x Oberflächen- und 8 x 15 cm = Tiefendosis erreicht. Die Röhrenbelastung ist leider nicht angegeben! (Vgl. auch Baumeister und Janus, Fortschritte 21.)

Tiefer dringt in das Wesen der Strahlenerzeugung das Prinzip ein, welches Dessauer (Radium, Mesothorium und harte X-Strahlung usw. Otto Nemnich, 1914) beim Bau seines neuen Reformapparates, den die Veifawerke in Frankfurt a. M. herstellen, leitete. Er photographierte durch den schmalen Schlitz einer Bleiwand hindurch auf einem rotierenden Film den von einer Röhre durch einen Impuls gelieferten Blitz und fand, daß sich dieser Blitz aus einzelnen Stromstößen von Pausen unterbrochen zusammensetzt. Mit Hilfe einer Aluminiumtreppe konnte er ferner zeigen, daß die einzelnen Stromstöße zuerst harte und dann immer weichere Strahlen aussenden, so daß er, um eben die harten Strahlen für die Tiefentherapie herauszufangen, die nach dem Gleichrichterprinzip angelegte Apparatur so einrichtete, daß nur während der ersten Stromstöße, also im Anfang des Aufleuchtens der Röhre, der Strom geschlossen ist. (Dessauer, Münch. med. Wochenschr. 13, S. 696). Da ferner bei geringerer Schlagzahl (d. h. in gewissen Grenzen) die Röhre härtere Strahlen abgibt wie bei höherer Schlagzahl, ermöglicht der Reformapparat das therapeutische Arbeiten mit 25 Impulsen neben den für die Diagnostik bestimmten 50 Impulsen (statt 50 und 100 Impulsen des Idealapparates der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G.). Die für die Therapie nicht gebrauchten 25 Impulse

gehen entweder in einem Widerstande verloren oder betätigen eine zweite Röhre, die zwar unabhängig von der ersten leuchtet, im Härtegrad aber nicht allzusehr von ihr abweichen darf; es steht ja nur ein und dieselbe Regulierung für beide Röhren zur Verfügung. Wieweit der Reformapparat seine theoretisch schönen Versprechungen in der Praxis halten wird, ist mir noch unbekannt; seine volle Wirkung entfaltet er wohl erst dann, wenn man mit möglichst harten Röhren arbeitet, was die Metallteile des Stativs in ihrer Nachbarschaft allerdings schlecht vertragen können (s. u.). Zu beachten ist jedenfalls, daß die günstigen Zahlen der empfehlenden Prospekte in erster Linie wohl der Amrheinschen Röhre zuzuschreiben sind (s. u.), zu beachten ferner, daß Groedel (München 1913, S. 1090) die eben angeführten Untersuchungsergebnisse Dessauers noch nicht für bewiesen hält und genauere Ausführungen seiner Behauptung angekündigt hat (vgl. Dessauer, Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1383), was also abzuwarten wäre. Der doppelte Röhrenbetrieb bleibt aber auf jeden Fall ein bequemer Vorzug des Reformapparates, wie er übrigens auch dem neuen „Spezial-Tiefentherapie-Transverter“ von Koch & Sterzel in Dresden zukommt und wie ihn, im Prinzip ebenso, auch Groedel schon einmal schuf (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 471), nur daß er das zweite Röntgenrohr „unter den Scheffel stellte“. Er benutzte es nämlich zum Auffangen des zweiten, jedesmal ausfallenden Impulses beim Gleichrichter und ersetzte es dann später, „um die unnötige Röntgenstrahlenbildung zu vermeiden“, durch ein Ventilrohr, an dessen Stelle dann schließlich der Hochspannungswiderstand trat. Absolut neu ist also der Gedanke des Zwei-Röhrenbetriebes mit einem Apparat nicht.

Ganz neu aber ist ein Fortschritt im Röhrenbau. Die Müller-, Burger- und Gundelach-Röhren, besonders ihre für Tiefentherapie eigens gebauten Sonderformen mit verkürztem Antikathoden-Glasabstand, beherrschen zwar das Feld und gestatten durch die höchst bequeme Osmo-Fernregulierung eine lange dauernde Bestrahlung unter konstanten Vakuumverhältnissen. Es ist ihnen aber in der neuen Amrheinschen Maximumröhre (Dessauer, Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2268), die von den Veifawerken geliefert wird, ein ganz gefährlicher Konkurrent erstanden. Die Antikathode dieses Modelles ist hohl gebaut und trägt im Inneren ihres Halses ein doppeltes Rohr: Durch das eine jagt ein Windmotor mit großer Vehemenz Luft, wodurch aus dem anderen, dessen Ende in einen Wasserbehälter taucht, wie bei einem Parfümgebläse Wasser mitgerissen und in zerstäubtem Zustand gegen die Hinterfläche der Antikathode geschleudert wird. Hier verdampft es und bringt dadurch eine außerordentliche Kühlwirkung hervor, so daß einer den bisherigen Verhältnissen gegenüber recht hohen Röhrenbelastung nichts im Wege steht. Die mitgeteilten Leistungen klingen daher vielversprechend: „Bei 3 mm Aluminiumfilter, 19 cm Fokushautabstand, Schaltung I, 4,5 Milliampère-Röhrenbelastung, 9 Benoiströhrenhärte, in 10 Minuten auf der Hautoberfläche 119 x, in 8 cm Tiefe 29,5 x. Unter diesen Verhältnissen bestrahlte dieselbe Röhre 40 Felder hintereinander mit einer Gesamtdosis von etwa 500 x.“ Man würde also, wie Dessauer angibt, bei den gewöhnlichen, milden Bestrahlungen unter 3 mm Aluminiumfilter 20 x in 3 Minuten verabreichen können. Das ist eine gewaltige Zeitersparnis, die ich recht bald am eigenen Leibe verspüren zu können hoffe. Freilich ist die Anlage nicht billig: der Induktor braucht eine Ventilationskühlung: 300 Mark, und der ganze Zerstäubungsapparat kostet nochmal 300 Mark. Der Preis der Röhre beläuft sich auf 160 Mark. Natürlich eignet sich bei jener Härte und Belastung nicht jedes Stativ; Metallteile in der Nähe der Röhrenhälse lassen es nur gar zu leicht zum berüchtigten Durchschlagen kommen. — Ist die Amrheinsche Röhre die folgerichtige Konsequenz aus dem Bestreben, möglichst harte Strahlen in recht großer Menge und kurzer Zeit zu schaffen, so bedeutet die von Sellheim (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2266) mit E. Meyer konstruierte Röhre eine weitere Erfüllung des Wunsches, die Antikathode möglichst nahe an den Ort der Wirkung heranzubringen. Sellheim will mit seiner Röhre möglichst „radiumähnlich“ wirken und benutzt daher die auf ihrer Rückfläche gleichfalls Röntgenstrahlen spendende Antikathode zugleich als Filter und verlegt schließlich dies Antikathoden-Filterblech

in die Röhrenwand selbst. Daß auf diese Weise sich der „Fokushautabstand" bis aufs äußerste verringern läßt, ist ohne weiteres verständlich. Je nach der Wahl des Antikathodenbleches läßt sich dann auch die Filterwirkung variieren und schließlich durch kegelförmige Krümmung eine radiäre, der Radiumkapsel ähnliche Strahlung erzielen. Ob diese Meyer-Sellheimsche Röhre bereits in die Praxis Eingang gefunden hat, konnte ich nirgends feststellen. Ebensowenig fand ich Genaueres über ein von Bumm (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 31) angegebenes Modell, das sich mit einem Ansatz direkt in die Scheide einbringen läßt.

Wie man sieht, soll dem Radium und Mesothorium Konkurrenz gemacht werden: Längste Bestrahlungsdauer, praktisch durch die Viel-Felderbestrahlung durchführbar, Steigerung der Strahlungsintensität durch erhöhte Röhrenbelastung, Härtung der Strahlung durch Verkürzung des sekundären Stromimpulses, das sind bis jetzt die Etappen auf diesem Wege der Nacheiferung, von dem Dessauer glaubt, daß er uns schon bis an das zweite Drittel der γ-Strahlenhärte herangeführt hat. Brauchen wir auch für die gynäkologischen Tiefenbestrahlungen im allgemeinen dieser Hilfsmittel nicht, weil wir eben im allgemeinen keine „Intensivtherapie" nötig haben, so ermöglichen sie uns doch Röhrenschonung, Zeitersparnis und ein für die Patientin wie den Arzt bequemeres Behandlungsverfahren.

Noch ein Wort über die schon kurz erwähnte Osmo-Fernregulierung der Röhren und ihre Beziehung zur Röhrenkonstanz. Daß letztere im höchsten Maße erwünscht ist, ja die erste Vorbedingung für eine gleichmäßige Bestrahlung darstellt und so den geübten Praktiker schließlich am besten vor Über- und Unterdosierung schützt, trotz Dosimetrie und allen möglichen Zeigerapparaten, dürfte feststehen. Man erinnere sich an die Störung im täglichen Betrieb, wenn eine Röhre schlecht läuft und so in boshafter Weise das ganze Tagesprogramm über den Haufen wirft. Soviel Röhren, daß man immer noch eine zur Verfügung übrig hat, besitzt weder jeder Praktiker, noch jede königlich preußische Klinik. Nun ist aber die Konstanz der Röhre leider nur eine papierene Forderung. Ganz konstant bleibt z. B. 15 Minuten lang keine Röhre. Freilich sind die Schwankungen nur gering, sie spielen praktisch auch keine große Rolle, sie sind aber da und äußern sich daher auch bei einer Felderbestrahlung in dem Resultat der Kienböck-Messung. Bestrahlt man daher z. B. drei Felder gleich lang mit ein und derselben Röhre, so kommt gewöhnlich das dritte Feld zu kurz, der Vorteil der mehrstelligen Bestrahlung wird also nicht voll ausgenutzt. Aus diesem Grunde schlug ich seinerzeit vor, in der Reihenfolge der Felder täglich abzuwechseln (Kirstein, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie, S. 42). Haben wir jedoch ganz gleichbleibende Vakuumverhältnisse, so sind solche Sorgen unnötig. In dieser Hinsicht sind zwei Dinge zu begrüßen: Erstens das Stabilrohr II der Radiologiegesellschaft, Berlin W 35, das mir fast noch besser wie die Müllerschen Rapidröhren die Konstanz zu halten scheint und zweitens die große Verbreitung, welche die Osmo-Fernregulierung immer mehr findet. Prompte Arbeit leistet sie freilich wohl nur bei dauernder, wenn auch ganz geringer Unterbelastung des Rohres, was aber wenig zu bedeuten hat. Dafür ist ihre Benutzung vom Reguliertisch aus höchst bequem, und man gewinnt schnell den Eindruck, als schiebe die den Gashahn öffnende Hand nicht erst auf dem Umweg über die Gasflamme, sondern direkt den Zeiger am Milliampèremeter auf seine ursprüngliche Stelle. Zudem erübrigt sich der Funkenüberschlag am Regenerierhebel, was von sensiblen Patienten angenehm vermerkt wird.

Einen weiteren, wie mir scheint, sehr großen Fortschritt in der Apparatur bedeutet ferner die von H. Meyer (Zentralblatt für Gynäkologie, 1913, S. 1741) erdachte und von E. Pohl, Kiel, Hospitalstr. 27, konstruierte schwingende Röhre. Durch ihre Bewegung über den Leib der Patientin hin wird vielerlei erreicht: Erstens eine äußerst bequeme Einstellung des Rohres auf viele Felder (bis zu 50), da überhaupt nur auf zwei Punkte eingestellt zu werden braucht, nämlich auf die Haut und auf die Tiefenlage des zu bestrahlenden Organs. Zweitens bringt das Schwingerohr, einmal richtig orientiert, jede Strahlenemission zur Geltung, so daß ein Vorbeischießen am Ovarium, wie es bei den kleinen Feldern der Vielfelderbestrahlung sicher

häufig vorkommt, ausgeschlossen ist. Drittens, was am wichtigsten sein dürfte, wird in der Tiefe nicht nur eine Gleichmäßigkeit der Durchstrahlung des Gewebes erreicht, sondern auch durch Überstrahlung von den verschiedenen Röhrenstellungen aus eine nach dem eingestellten Zielpunkt hin immer mehr zunehmende Kreuzung und Deckung der Strahlenbündel. Infolgedessen wird, was durch Absorption und Dispersion an Strahlungsintensität je tiefer desto mehr verloren geht, durch Überstrahlung wieder wett gemacht, wenn nicht gar übertroffen. So ist es möglich, wie Meyer schreibt, den trotz Strahlenhärtung und kräftiger Filterung praktisch bisher unmöglichen Dosenquotienten (Oberflächendosis dividiert durch Tiefendosis) 1 nicht nur zu erreichen, sondern ihn sogar noch kleiner als 1 werden zu lassen. Den größten Vorteil aus dieser Erfindung werden natürlich die mit maximalen Dosen arbeitenden Röntgenärzte ziehen; selbstverständlich ist aber auch für geringere Strahlenmengen die Schwingeröhre praktisch, da sie die unvermeidliche Hautabsorption über eine größere Fläche verteilt. Zu dem braucht neuerdings für die Karzinombehandlung doch jeder die Vielfelderbestrahlung mit ihren Riesendosen.

Da ich gerade bei der Tiefenwirkung bin, will ich einer Arbeit von Kolde (Strahlentherapie, Bd. II, S. 710) gedenken, der durch Kienböck-Streifen, die in die Bauchhöhle einer menschlichen Leiche gelegt waren, nachwies, daß bei einer Röhrenhärte von 9—10 Wehnelt und einer Fokushautdistanz von 20 cm durch 3 mm Aluminiumfilter hindurch ungefähr die Hälfte der auf der Oberfläche des Leibes gemessenen Strahlenmenge in das Abdomen eindringt, wo ein wesentlicher Verlust der Strahlenintensität dann nicht mehr eintritt. Meines Wissens war ein so hoher Prozentsatz der die Haut durchsetzenden Strahlenmengen bisher nicht bekannt.

Über die Strahlenfilterung ist nicht viel neues zu berichten. Neu ist höchstens, daß Silberberg (Breslauer Gyn.-Ges. 21. I. 1913) noch den weicheren unter den harten Röhren das Wort redet und aus der besseren Schwärzung der photographischen Platte mit weicherer wie mit härterer Röhre den Schluß zieht, daß man in der Strahlenhärtung auch zu weit gehen könne, ein Gedanke, der bei dem Streben nach der Christenschen 6 cm-Strahlung als der wirksamsten seltsam klingt. Auch Loose (Zentralblatt für Gyn. 1913, S. 601) arbeitet noch mit weicher Röhre, ohne Filter und Felder. Neu ist ferner die an weißen Mäusen von J. R. Miller (Strahlentherapie II, S. 699) angestellte Probe, welche Dicke des Aluminiumfilters die kräftigste biologische Wirkung gewährleiste. Er fand das 10 mm-Aluminiumblech als das wirksamste. Daß es irgendwo benutzt wird, fand ich nirgends angegeben, da, wie ich zu wissen glaube, auch das von Gauß konstruierte, aus 3, 5,8 und 10 mm-Aluminiumsektoren sich zusammensetzende rotierende Filter keine Verwendung findet. Es dürfte eben die Röntgenlichtintensität durch ein 10 mm-Filter gar zu stark herabgesetzt werden, was einem Verlust an kostbarer Zeit ohne allzugroße Vorteile gleichkommt. Es bleibt also im allgemeinen das 3—4 mm-Aluminiumfilter bestehen, bei dessen Benutzung man aber den Rat von Rost und Krüger (Strahlenth. II, S. 314) beherzigen möge, in etwaigen Veröffentlichungen die Härte der filtrierten Strahlung anzugeben, da sie von zwei Komponenten abhängt: von der Härte der primären Strahlung und der Röhrenbelastung. Die beiden Autoren weisen übrigens in ihrer Arbeit erneut darauf hin, daß trotz gleicher unter dem Filter gemessener Oberflächendosis doch die Ovariendosis sehr verschieden ausfallen könne und zwar ist sie, je härter die Strahlung, um so wirksamer. — Eine weitere, die Filterfrage erörternde Arbeit ist die von Lindrum (Strahlentherapie Bd. II, S. 293), der auf Grund elektrometrischer Messungen zu dem Resultat kommt, daß eine 5 mm dicke Glasplatte ein besonders wirksames Filter sei. Ich glaube, daß wir mit der Filterfrage bei der gegenwärtigen Fragestellung weder weiterkommen, noch weiterzukommen brauchen. Mehr wie die bisherigen Leistungen sind für die gynäkologische Tiefentherapie ja gar nicht nötig. Das beweisen die allerseits beobachteten guten Erfolge, die ohne Hautschädigungen erzielt wurden. Ich habe seit der Verwendung des 3 mm-Aluminiumfilters keine Verbrennungen mehr gesehen und anderen Therapeuten geht es eben-



so. Anders steht freilich die Sache bei der Karzinombehandlung, bei der die größten bisher angewandten Dosen — so viel wir wenigstens bis jetzt wissen — gerne noch größer sein müßten. Hierfür mag die Autorität Christens (Strahlentherapie III, S. 162, Ergänzungsbd. 28 der Fortschritte auf d. Gebiet d. Röntgenstrahlen) recht behalten mit der Behauptung, die Filterfrage sei noch ungelöst, da das Strahlengemisch weder heterogen sei, noch vom Filter so verändert werde, daß die der Haut schädlichen Strahlen zurückgehalten würden; denn selbst von der härtesten Strahlung absorbiere die Haut stets mehr als eine gleich dicke Schicht in der Tiefe. Wenn das stimmt, müßten wir in der Suche nach möglichst harter Strahlung vorerst innehalten und mit der schon erreichten erst einmal genaue biologische Experimente anstellen, die uns weiterbringen müßten, als die zu diesem Thema schon vorliegenden älteren Arbeiten (z. B. Meyer und Ritter, Strahlentherapie, Bd. I). Auch neuere Veröffentlichungen (Lindrum l. c., Löwenthal, Berliner klin. Wochenschr. 1913, Nr. 33) beantworten die Frage nach der Wirksamkeit harter Strahlung nicht eindeutig. Insonderheit ist die physikalische Messung der von einer leuchtenden Röntgenröhre gelieferten Jonisierungsarbeit (Lindrum) entschieden nicht geeignet, einen biologisch gültigen Maßstab abzugeben. Denn erstens kann man — ich glaube, dieser Einwurf Keetmanns (Berliner klin. Wochenschr. 1913, Nr. 39) ist zutreffend — zur Energiemessung von Strahlen das Jonisationsvermögen nur dann benutzen, wenn ihre Penetrationskraft etwa gleich ist, und zweitens wird sich wohl kaum ein Praktiker bereitfinden, dem Satz zuzustimmen, daß bei gleicher Absorption harte und weiche Strahlen ganz gleichmäßig wirken. Die Untersuchungen von Meyer und Ritter sprachen bekanntlich der harten Strahlung, die uns noch manche Überraschung bereiten mag, eine erhöhte Wirkung zu.

Nach dieser kurzen Abschweifung komme ich nochmals auf das Filter zurück, dessen Wesen aufs engste mit der noch immer recht dunklen Frage der Sekundärstrahlung zusammenhängt, zumal es recht plausibel erscheinen könnte, die gesamte, das Filter verlassende Strahlung kurzweg als Sekundärstrahlung zu bezeichnen. Wir wissen ja, daß merkwürdige Beziehungen zwischen dem Antikathoden- und Filterblech bestehen, daß z. B. die Antikathodenstrahlung für ein aus gleichem Metall gefertigtes Filter ein besonders starkes Penetrationsvermögen besitzt (nach Holzbach bis zu 100 $^0/_0$), so daß Löwenthal ein Platinfilter seiner selektiven Durchlässigkeit wegen für das beste halten würde. Wir erinnern uns ferner der auffälligen Doppelnatur, welche die Antikathode in der Sellheim-Meyerschen Röhre gleichzeitig zum Filter stempelt. Wir wissen endlich durch Whiddington, daß Aluminium (und Platin) sich vor den anderen Metallen dadurch auszeichnet, daß die in ihm erregte „charakteristische" Sekundärstrahlung die Primärstrahlung an Penetrationskraft stark übertrifft (vgl. auch Holzbach, Strahlenth. III, S. 279), während das sonst gerade umgekehrt ist: Bei Elementen mit einem Atomgewicht über 40 steigt die Härte der Sekundärstrahlung mit der Größe des Atomgewichtes. Schließlich hat Levy-Dorn (Berliner klin. Wochenschr. 1913, S. 1617) durch Funkenüberschlag der Kathodenplatte einer Funkenstrecke radioaktive Strahlen entlockt und so bewiesen, daß man radioinaktive Elemente aktivieren kann. Nach Kenntnisnahme dieser Tatsachen ist es nun sehr interessant zu hören, daß Ruß (Strahlentherapie III, S. 308) in der Milz, in deren Asche er Eisen fand, eine sehr weiche Sekundärstrahlung mit Hilfe einer geschickt erdachten Versuchsanordnung nachweisen konnte. Die in der Leber entstehende Strahlung war härter, noch härter die in der Milz. Auch Löwenthal (l. c.) läßt das im Hämoglobin sowie im Zellkörper vorhandene Eisen (trotz seiner minimalen Menge?) resp. der von ihm ausgehenden induzierten Strahlung eine große Rolle spielen und erklärt sich so die gesteigerte Röntgenlichtwirkung bei Hyperämie (Schwarz), sowie die auf die Milz und zellreiche Tumoren. So sehen wir denn auch, daß mit der nicht mehr so hypothetischen Sekundärstrahlung, wie sie uns vor 1—2 Jahren sich darbot, als mit einer dem bestrahlten Zellkomplex in mehr oder weniger hohem Grade innewohnenden Reaktionsfähigkeit schon ganz energisch gerechnet und gearbeitet wird, noch ehe wir völlig über sie ins Klare gekommen sind. Daß sie weich sein muß, erscheint uns nach unseren bisherigen Kenntnissen über die

weiche Strahlung überhaupt vorläufig selbstverständlich. Salzmann (Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 2557) glaubt im Kadmium einen in dieser Hinsicht vorzüglichen Stoff entdeckt zu haben. Therapeutisch nutzbar hat Holzbach (Strahlentherapie III, S. 279) die Sekundärstrahlung durch Injektion von kolloidalen Metallverbindungen (Fulmargin) in maligne Tumoren, die dann der arbeitenden Röntgenröhre ausgesetzt wurden, gemacht. Er erinnert ferner daran, daß E. G. Beck demselben Gedanken folgte, wenn er einer Wismutpastenbehandlung die Bestrahlung folgen ließ. Aus dem gleichen Grunde geben Johnson Darmpatienten metallisches Silber und Harris auf ein Rektumkarzinom Zinkpaste vor der Bestrahlung, während Pagenstecher (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1319) Ferrum oxydulatum nigrum (nach Spuder) Riedel zur Tumorinfiltration vorschlägt. Daß die weiter unten aufgeführten „tumoraffinen Substanzen" z. T. vielleicht gleichfalls dem Zustandekommen einer Sekundärstrahlung dienen, halte ich keineswegs für ausgeschlossen, wenn sie auch oft ohne nachfolgende Bestrahlung in charakteristischer Weise wirksam waren. Nun brauchen wir zwar alle diese Experimente für unsere einfache gynäkologische Tiefentherapie praktisch bis jetzt kaum. Sie sind aber geeignet, uns weitere Aufschlüsse über das Wesen der induzierten Strahlung zu verschaffen, was jedem Röntgenologen vielleicht nicht nur theoretisch reizvoll sein dürfte. Anhangsweise will ich hier erwähnen, daß Holzbach (l. c.) bei Peritonealtuberkulose 1 % Jodoformöl in die Bauchhöhle injizierte (bis zu 60 ccm auf einmal); durch die angeschlossene Bestrahlung wurde das Jod frei, das nun in Statu nascendi seine desinfizierende Wirkung kräftig entfalten konnte. Blasen-, Nierentuberkulose und Kolipyelitis wurden nach demselben Prinzip von ihm behandelt. Über die Erfolge verlautet vorläufig nichts Genaueres.

Bis zum gewissen Grade hängt mit der Apparatur ja auch die Dosimetrie zusammen, über die hier also einiges gesagt sei. Da muß begonnen werden mit der Feststellung, daß die in der Dermatologie allgemein übliche Erythemdosis für unsere Verhältnisse schon lange nicht mehr gilt. Primäre harte Strahlung, Filter und Kompression haben soweit ihre Schuldigkeit getan, daß wir weit über die Teinte B des Sabouraudschen Dosimeters hinaus bestrahlen können, wohlgemerkt „können", ohne uns irgendwelche Sorgen über eine etwaige Hautschädigung machen zu müssen.

Und zwar fand Borell (Strahlentherapie Band II, Heft 2) als Erythemgrenze für das 5 mm-Aluminiumfilter 40 x, für 3 mm 25 x, für 1 mm 20 x, für $^1/_2$ mm etwas weniger als 20 x. H. E. Schmidt verwendet sogar nur ein 1—2 mm-Aluminiumblech und gibt doch jedem Feld 3—4 Sabouraud-Noirèdosen, ohne mehr wie stets ein Früherythem und gelegentlich nach 40 x ein Späterythem zu erleben. Wenn wir also z. B. bei 3 mm Aluminiumfilter getrost 20 x nach Kienböck unter dem Filter gemessen verabreichen dürfen, so ist klar, daß eine Messung der Strahlenmenge für den, der nur eine Erythemdosis geben will pro Feld, so exakt, wie es die Erfinder der verschiedenen Quantimeter anstreben, gar nicht mehr nötig ist. Ja, man kann sogar behaupten, daß ein geübter Praktiker, der seine Apparatur in allen ihren Teilen genau kennt, die Dosimetrie gar nicht mehr für jeden einzelnen Fall braucht, um Hautschädigungen zu vermeiden, vorausgesetzt immer, daß er nicht bis an die Grenze des Erlaubten zu gehen beabsichtigt. So ist es ja auch schon gang und gäbe geworden, die Intensität einer Röhre, die mehrere Stellen beleuchten soll, nur noch auf einem Feld zu messen, um das Resultat dann mit der Felderanzahl zu multiplizieren. Es bleibt natürlich die Dosimetrie ganz im allgemeinen unbedingt dazu nötig, die aufgewendete Röntgenlichtarbeit mit dem erreichten oder vermißten klinischen Erfolg vergleichen zu können. Deshalb wird auch das Interesse des gynäkologischen Röntgen- oder vielmehr „Strahlen"-therapeuten an der weiteren Ausarbeitung der Dosimetrie nie erlahmen. Für die Karzinombehandlung brauchen wir außerdem nach wie vor die genaue Messung, um nicht unter der Grenze äußerster Möglichkeit zu bleiben.

Betrachten wir uns nun die einzelnen Meßverfahren, so macht noch immer das Ablesen der halbierten Barium-Platinzyanürscheibchen neben dem Holzknechtschen Farbstreifen in



seiner Skala große Not. Und ich muß gestehen, daß auch mir wie meinem Hilfspersonal der Farbvergleich in stets gleicher Entfernung von einer Kohlenfadenlampe nicht leicht fällt. Zudem liegen die Zahlen für höhere Dosen (6, 7, 8 H) so eng zusammen, daß man oft zweifelhaft ist, ob z. B. 7 oder 8 H abzulesen sind, vom Ablesen der Teildosen ganz zu schweigen. Dieselbe Erfahrung mag Bucky (Strahlentherapie III, S. 172) dazu gebracht haben, ein Kästchen zu konstruieren, welches den Farbunterschied in einen Helligkeitsunterschied mittels eines Lichtfilters umwandelt, bis auf 1—2 x genau zu arbeiten gestatten soll und der bequemeren Benutzung wegen gleich an der Röhre angebracht ist. Gunsett (Strahlentherapie Bd. II, S. 568) empfiehlt gleichfalls einen Ableseapparat, nämlich das Radiochromoskop von Nogier, allerdings zur Beurteilung des Bordierschen Chromoradiometers. Letzteres hält er deshalb den anderen Dosimetern für überlegen, weil es das einzige sei, mit dem man sehr große Dosen messen kann. Da das Instrument mit der Einheit J mißt — J = derjenigen Menge von Röntgenstrahlen, welche aus einer 2 %-Jodoformlösung in Chloroform unter Lichtabschluß $^1/_{10}$ mgr Jod unter 1 cm Schichtdicke und 1 qcm Oberfläche freimacht — und 15 J = 40—44 x ist, so wird man zugeben müssen, daß es ein anderes Meßverfahren für so große Strahlenmengen nicht ohne weiteres gibt. Ersetzt uns diesen „Mangel" der bei uns sonst üblichen Dosimeter nicht die fraktionierte Messung vollkommen? — Ferner hat Holzknecht (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1150) entschieden recht, wenn er den Grund Gunsetts zur Empfehlung des Radiochromoskops mit einem Hinweis auf seine Skala ablehnt. Man soll bekanntlich reflektiertes Licht nicht mit fluoreszierendem vergleichen. Das tut ja die Holzknechtsche Skala ebensowenig wie das Nogiersche Chromoradioskop, so daß letzteres zur Verbesserung der ersteren nicht hervorgehoben zu werden verdient. Übrigens empfiehlt Nogier (Strahlentherapie III, S. 165) sein Instrument noch besonders mit dem Hinweise, daß sowohl die Bordierschen wie die Sabouraud-Noiréschen Tabletten und die Holzknechtschen Streifen in ihm mit der Testfarbe eine recht genaue Vergleichung finden können. Weiter hat Krüger (Strahlentherapie II, S. 349) den Barium-Platinzyanür-Tabletten seine Aufmerksamkeit zugewandt. Zum Ablesen schlägt er als beste Imitation des diffusen Tageslichtes eine 50kerzige Osramlampe mit Blauglasfilter vor und setzt im übrigen die Nachteile dieses ganzen Meßverfahrens ausführlich auseinander. Besondere Beachtung verdient hier der zwar nicht mehr neue, aber noch immer nötige Hinweis auf die Tatsache, daß die Tabletten von Sabouraud-Noiré lediglich für mittelweiches Licht bestimmt sind, so daß harte Strahlen, von denen weniger absorbiert wird, langsamer, die weichen, leicht absorbierbaren schneller bis zur „Teinte B" verfärben. Es genügt daher die einfache Angabe der Strahlenmenge ohne Mitteilung ihrer Härte bei diesem Dosimeter nicht. — Daß auch dem schon früher angegebenen Meßverfahren von Meyer neue Freunde erstehen, geht aus einer Arbeit von Gunsett (Zentralblatt für Gyn. 1914, S. 225) hervor, aus der sich im übrigen einige wertvolle Umrechnungsformeln entnehmen lassen über die Anwendung der Methode bei anderer als der ursprünglichen Fokushautdistanz. — Wenig verbreitet ist offenbar das Sklerometer von Klingelfuß, welches sein Autor daher in einer ausführlichen Darstellung (Strahlentherapie III, 2) den Praktikern nochmals warm ans Herz legt. Die Fülle der ausgesprochenen Gedanken läßt sich hier nicht wiedergeben, wohl aber der Eindruck, den die Ausführungen von Klingelfuß auf den aufmerksamen Leser nicht verfehlen werden: Aufgebaut auf genaue physikalische Feststellungen ermöglicht das Sklerometer eine Gleichstromspannungsmessung und, da Stromspannung und Röhrenhärte in einem gewissen Verhältnis zueinander stehen, auch indirekt eine gute Beobachtung der Vakuumverhältnisse im Röntgenrohr. Dies wieder gestattet das leichte Auffinden des Belastungsoptimums und zwar aus dem Grunde ganz besonders leicht, weil die Skala des Instruments eine wesentlich feinere Einteilung als alle anderen derartigen Apparate aufweist. So verfügt das Sklerometer für die Härte 7—8 Benoist z. B. über 35 Skalenteile. Gerade diese Eigenschaft scheint mir ganz besonders schätzenswert zu sein, und wenn ich nicht schon drei verschiedene Dosimeter im Betrieb hätte — seit kurzem das offenbar höchst bequeme „Intensimeter nach Dr. Fürstenau", über das

noch nichts Genaueres in die Öffentlichkeit gedrungen ist —, so würde ich jedenfalls das Sklerometer zur Anschaffung vorschlagen.

Zur Aufklärung mancher scheinbarer Ungenauigkeiten seines Quantimeters hat Kienböck (Strahlentherapie II, S. 556) eine Arbeit erscheinen lassen, in der er auf die verschiedene Reaktionsfähigkeiten der Dosimeter je nach ihrer Dicke hinweist: Bei dicken und transparenten Radiometern wirkt hartes Licht stärker als weiches, bei dünnen weiches stärker als hartes, so daß man sich endlich einmal von dem Gedanken freimachen muß, als seien 10 x in jedem Falle gleich 1 S.-N. Die zahlenmäßigen Dosenangaben der verschiedenen Radiometer stehen nicht in einer ein für allemal geltenden „absoluten" Relation zueinander, wonach z. B. einer Einheit des Apparates A stets zwei Einheiten von B entsprechen. Es werden daher die einzelnen Angaben von zwei verschiedenen Meßinstrumenten oft zu divergieren scheinen. In einer zweiten eingehenderen Veröffentlichung (Strahlentherapie III, 2) macht Kienböck uns seine Ansichten gut klar, indem er die einzelnen Radiometer in 1 mm Schichten zerlegt denkt, die Dosis für jede einzelne Schicht angibt und dann zeigt, daß je nach der Anzahl der Schichten die Größe der aus den Schichtdosen berechneten Durchschnittsdosis keineswegs immer die gleiche sein muß. Daraus folgt, daß sich verschieden dicke Reagenzkörper nicht miteinander vergleichen lassen. Das Resultat wäre somit folgendes:

Bei mittelweichem Licht 1 S.-N = 10 x = 5 H.

Bei weichem Licht ist 1 S.-N. kleiner wie 10 x, größer wie 5 H.

Bei hartem Licht ist 1 S.-N. größer wie 10 x, kleiner wie 5 H. des Chromoradiometers Holzknecht 1902.

Wenn man nun auch Kienböck hierin beipflichten muß[1]), so dürfte es doch vorläufig schlecht gelingen, die alte Rechenformel 1 S.-N. = 10 x aus der Welt zu schaffen. Es rechnet sich nun 'mal mit dem Dezimalsystem so bequem, und daß bei unserer harten Strahlentechnik Quantimeter und Holzknechtskala meist nicht übereinstimmen, wußte man bald. — Anfügen will ich hier, daß von Polano (Strahlentherapie III, 2) ein kleiner Pappkasten konstruiert wurde, der die Entwicklung des Kienböckschen Quantimeterpapiers gleich im Röntgenzimmer bei jeder Beleuchtung ermöglicht. Ferner ist es vielleicht für die Dosimetrie auch ein praktisch verwertbarer Fortschritt, daß Freund (Münch. med. Wochenschr. 13, S. 1236), um die besondere Radiosensibilität der Haut rechtzeitig erkennen zu können, eine Rötungsskala aufstellte, mit der er die nach Radium- und Mesothoriumbestrahlung auftretenden Erytheme verglich. Er fand, daß eine Hautstelle, je näher sie dem Herzen liegt, um so stärker reagiert, wobei man sich unwillkürlich der früheren Arbeiten Iselins erinnert, der bekanntlich gleichfalls eine sehr verschiedene Reaktionsfähigkeit der Haut an den einzelnen Körperteilen ausfindig machen konnte.

Das führt uns zwanglos über zur Frage der durch das Röntgenlicht hervorgerufenen Hautschädigungen. Was darüber schon seit längerem bekannt ist, hat Becker (Deutsche med. Wochenschr. 13, S. 510) zusammenfassend mitgeteilt. Auf die sehr verdienstvollen Arbeiten von Rominger und Hager über das Erythem bzw. das Röntgenulkus will ich nur kurz hinweisen, hervorheben aber, daß Borell als Behandlung für die Erytheme I. und II. Grades Combella-Cream und Puder empfiehlt. Ich hatte glücklicherweise bis jetzt keine Gelegenheit, das Mittel zu prüfen. — Besonders wichtig scheint mir dagegen die Kenntnis eines bisher noch nicht beschriebenen Krankheitsbildes zu sein, dem Regaud und Nogier (Strahlentherapie II, S. 733), eine umfangreiche Arbeit widmen. Die Autoren schreiben den großen Dosen harter, stark gefilterter (3—4 mm Aluminium) Strahlung die Fähigkeit zu, eine „Radioepidermitis" erzeugen zu können. Bei dieser Erkrankung, die sich von der bekannten Radiodermitis erheblich unterscheiden soll, ist das Stratum germinativum zerstört, so daß die Papillen frei liegen. Nachdem sich am 14.—20. Tage nach der schädlichen Strahlenwirkung die Epidermis abgelöst hat, erscheint eine mit Epithelinseln versehene, etwas eiternde Wunde, deren Umgebung rot und ge-

[1]) Anm. bei der Korrektur: Bei hartem Licht ist 1 S.-N. meist kleiner wie 10 x (vgl. meine Arbeit in Strahlentherapie IV, 2).

schwollen ist. In 2—3 Wochen hat sich sodann die Haut neu gebildet. Sie ist von einem Pigmentring — dem größeren Fokushautabstand an der Peripherie entspricht die geringere Wirkung — umgeben, sieht rosarot aus und stellt keineswegs eine Narbe dar. Gleichzeitig kommt es schon bei geringer Dosierung zum Haarausfall. Zur Erklärung dieser Erscheinung greifen die Autoren auf die Differenz in der Radiosensibilität der verschiedenen Zellarten zurück und fügen hinzu eine vielleicht vorhandene Elektivität in der zytokaustischen Wirkung der verschiedenen Strahlenqualitäten. Und zwar soll diese Elektivität durch die kräftige Filterung eine besonders zarte sein, während dem nicht gefilterten „rohen“ Strahlenbündel schließlich jedes Gewebe der Oberfläche zum Opfer fällt. Die verschiedenen Zellen der Gewebe sind eben nicht nur gegen das Röntgenlicht überhaupt, sondern auch gegen seine verschieden gearteten Strahlen ungleich empfindlich. So sollen die Bildungszellen der Haare dem oben gekennzeichneten Licht gegenüber am empfindlichsten sein, nächst ihnen die Zellen der Epidermis, während die Kutiszellen erst an letzter Stelle stehen. Damit wäre dann die Schonung der letzteren bei der Radioepidermitis erklärt. Vielleicht erleben wir infolge der Karzinombehandlung bald einmal eine Äußerung über die beschriebene Hautveränderung auch von deutscher Seite. Mindestens lernen wir aber, daß man in der Verläßlichkeit auf sein starkes Filter auch zu weit gehen kann. Man genießt dann aber doch den Vorzug, eine weniger bösartige Erkrankung bewirkt zu haben, wie es das Röntgenulkus ist. Auf die rechtliche Seite dieser Schädigungsfrage geht wiederum Kirchberg, „unser Jurist“, in einer neuen Arbeit ein (Strahlentherapie III, S. 121), die als Flugblatt gedruckt jedem Röntgenarzt, am besten jedoch nicht als Drucksache in offenem Kuvert, zugesandt werden sollte. Man liest gleich im Anfang, daß der Stuttgarter allgemeine deutsche Versicherungsverein vom Januar 1910 bis Oktober 1911 mit 53500 Mark Schadenersatz (11 Fälle) für die Sünden anderer büßen mußte und bis zum Erscheinen der Kirchbergschen Arbeit sich mit 29 neuen Fällen zu befassen hatte. Auch Albers-Schönberg weist in seiner Röntgentechnik auf diesen wichtigen, leider aber viel zu wenig beachteten Gefahrpunkt für den ärztlichen Gemütszustand und Geldbeutel nachdrücklich hin. Vergessen darf man aber schließlich am allerwenigsten seine Angestellten und als braver Mann auch nicht sich selbst zuletzt.

Zuerst aber einiges hinsichtlich des Patienten wichtiges: Für ein fahrlässiges, unter Umständen zu zivilrechtlicher Haftung führendes Verschulden des Arztes erklärt Kirchberg z. B. das Verlassen des Röntgenzimmers während der Bestrahlung (was H. E. Schmidt, Strahlentherapie III, 2, im Interesse des Selbstschutzes neben anderen Vorsichtsmaßregeln [s. u.] direkt anrät), die Unkenntnis mit den Ergebnissen der Wissenschaft und eine Unachtsamkeit, die nicht sieht, was ein Sorgfältigerer gesehen hätte. Den Gynäkologen berühren insonderheit folgende Sätze: Kein Arzt ist berechtigt, ohne absolute gesundheitliche Indikation zu sterilisieren; temporär sterilisieren darf er nur dann, wenn er die Unfruchtbarkeit jeder Zeit rückgängig machen kann. Ein ausdrücklicher Revers sichert den Arzt vor der Haftpflicht nicht! Denn die Einwilligung des Patienten hebt die Widerrechtlichkeit einer Handlung nicht auf. Um nun den Begriff der Fahrlässigkeit von vornherein auszuschalten, verfahre man, so rät Kirchberg, wie vor der Schwangerschaftsunterbrechung wegen Tuberkulose, wenn es sich um eine beabsichtigte oder als Nebenerfolg unvermeidliche Sterilisation handelt. Mit diesen wenigen Aussprüchen, die vor dem Forum eines Gerichtshofes wohl noch nicht erprobt wurden, ließe sich eine ausgedehnte Debatte eröffnen. Sollen wir, statt metritische Blutungen durch die Ovarientötung zu beseitigen, wieder zur Atmokausis zurückkehren, die in vielen Fällen schnell und nachhaltig wirkt, die Ovarien unberührt läßt und neuerdings wieder mehrfach gepriesen wurde. Fuchs (Monatsschrift f. Geb. u. Gyn. 37, S. 496) stellt sie der Röntgentherapie als das bessere Heilmittel gegenüber und erlebte bei 18 Vaporisierten sogar drei Graviditäten, von denen zwei ausgetragen wurden. Queisner (Monatsschrift f. Geb. u. Gyn. 37, S. 527) berichtet über eine Patientin, bei der er nach fünf Aborten einmal die Atmokausis anwandte, worauf die Frau in zehn Jahren sechs Kinder gebar, und Stern (am gleichen Ort) hebt her-

vor, daß man, da die Abrasio probatoria doch ausgeführt werden müsse, dann auch gleich die doch nur 30—60 Sekunden dauernde Vaporisation anschließen könne (vgl. auch Asch, Monatsschrift f. Geb. u. Gyn. 37, S. 510). Demgegenüber muß man doch wohl erinnern an die Erlebnisse, welche das Pinkussche Verfahren seinerzeit abkommen ließen: die Möglichkeit ausgedehnter Nekrosen, akute Todesfälle und schwere Infektionen im Anschluß an die Verbrühung. Zudem ist zu den juristischen Bedenken, die mich auf die Atmokausis brachten, zu sagen, daß es sich bei der Röntgentherapie doch meist um Frauen jenseits der „Kinderjahre" handelt, eine Sterilisation dann also nicht mehr so sehr ins Gewicht fällt, und daß bei den jüngeren Frauen andererseits für den, der sie überhaupt bestrahlt, doch wohl nur sehr triftige Gründe für die Strahlenbehandlung gültig sind. Das ist ganz zweifellos, daß vielerorts gegenwärtig arg schematisiert wird und zwar auch juristisch zu Unrecht. Wer z. B. 40 Jahre alt ist, stark blutet und seine Kinder hat, wird abradiert und röntgenisiert. Als ob wir früher nicht oft mit der einmaligen Ausschabung und ätzenden Nachbehandlung ausgekommen wären. — In Sachen der temporären Sterilisation, die ja immer noch mit Rücksicht auf eventuelle Nachkommenschaft und die Unsicherheit der rein temporären Wirkung selten ausgeführt zu werden scheint, möchte ich den Kirchbergschen Anschauungen rückhaltlos zustimmen. Hören wir noch einiges von seinen juristischen Ausführungen: Ein Röntgenarzt ist auch dann für den Schaden haftbar, wenn er eine ihm von einem andern Arzt zugewiesene Patientin nach dessen falscher Diagnose bestrahlt, z. B. eine Gravidität, die für ein Myom angesehen wurde. Eine falsche Diagnose macht glücklicherweise jedoch nur dann haftbar, wenn sie fahrlässig gestellt wurde. Ferner: der Chef ist zwar für seinen Assistenten verantwortlich. In seiner Abwesenheit fungiert der Assistent jedoch selbst als Chef, und es bedarf zu dessen Sicherheit einer besonderen Berücksichtigung im Haftpflichtvertrag. In strafrechtlicher Beziehung ist eine Röntgenbestrahlung der Operation gleichzusetzen, die bekanntlich nach dem Gesetz stets eine strafbare Körperverletzung darstellt und nur infolge besonderer Umstände straffrei bleibt. Den besten Schutz gegen zivil- und strafrechtliche Verfolgung des Arztes sieht Kirchberg in einer möglichst genauen schriftlichen Festlegung des Allgemeinzustandes der Kranken, der Indikationsstellung und der Dosierung der benutzten Röntgenlichtmenge; außerdem muß die Haftpflichtversicherung natürlich für das gesamte Röntgenpersonal eingegangen werden.

Ich bin in den vorstehenden Ausführungen etwas ausführlicher gewesen mit der Absicht, zum Studium der Kirchbergschen Arbeiten anzuregen und möchte warnen vor dem Glauben, daß Prozesse in Röntgensachen selten seien. Man liest nie und hört wenig davon, weil man nicht gerne davon spricht.

Wie der Arzt sich selbst und seine Hilfskräfte vor dem langsam aber sicher wirkenden Gift zu schützen habe, wird allmählich in immer bestimmtere Forderungen gekleidet. Bekanntlich sind es weniger die direkten, von der Röhre ausgehenden Strahlen, wie die überall da, wo diese auftreffen, entstehenden Sekundärstrahlen, die wir zu fürchten haben. Daß ihnen die qualitativ gleiche Kraft wie den Primärstrahlen inne wohnt, hat Krüger (Strahlentherapie III, 2) neuerdings wieder gezeigt. Hoden eines Kaninchens, die infolge der Versuchsanordnung nur von sekundären Strahlen getroffen werden konnten, wurden in derselben Weise zerstört, wie wir es aus der klassischen Arbeit von Albers-Schönberg wissen.

Wie soll man sich nun schützen? Zunächst möchte ich vor dem wiederholten Gebrauch des Härtemessers warnen, dessen regelmäßige Anwendung ich mir längst abgewöhnt habe. Man lernt seinen Reguliertisch bald so gut kennen, daß man ziemlich genau aus der Stellung der verschiedenen Hebel die Röhrenhärte angeben kann. Außerdem hat man das Milliampère- und das Dosimeter. Gutmann (nach Krüger) sah einmal Tropfenbildung an der hinteren Kortikalis beider Linsen, Treutler (nach Krüger) einmal beiderseits hinteren Polarkatarakt. Beide Fälle wurden als Röntgenschädigung aufgefaßt. — Für den übrigen Körper stellt das Schutzhaus einen absoluten Röntgenschutz dar (Albers-Schönberg). Vielleicht tut eine hohe Schutzwand mit Bleiglasfenster praktisch dasselbe. Walter (Strahlentherapie III, 2) fordert

folgenden Beschlag: 2 mm Blei beiderseits überzogen mit einer 0,2 mm dicken Zinnschicht; wodurch die Schutzwirkung erhöht und die Giftwirkung des Bleies beseitigt wird. H. E. Schmidt (Strahlentherapie III, 2) fordert einen Röhrenkasten oder -haube, belegt mit 6 mm Bleigummi, dazu eine Schutzwand mit 2—3 mm Bleiblech, eine Schürze (80×70 cm) und hält es, wie gesagt, nicht nur für erlaubt, sondern direkt für geboten, während der Behandlung das Zimmer zu verlassen.

Ein kurzes Wort über die Spätschädigung durch Röntgenstrahlen. Man scheint sich sozusagen darüber einig geworden zu sein, der richtenden Zeit das Urteil zu überlassen, ob wir mit großen Dosen harter Strahlung solche Schäden anrichten oder nicht. Bekannt geworden sind vorläufig keine hierher gehörenden Fälle. Es liegt zu diesem Thema nur eine Arbeit gleichfalls von H. E. Schmidt vor (Deutsche med. Wochenschr. 13, S. 1553), in der der Autor vor zu kurzen Pausen zwischen Bestrahlungen mit 3—4 S.-N.-Dosen warnt; sechs Wochen hält er für nötig und vertritt außerdem den Standpunkt, daß eine Frühschädigung zu umgehen, eine Spätschädigung dagegen nicht sicher vermeidbar ist. Auch gibt es für sie, die ja zum Glück selten zu sein scheint, keine Maximaldosis. Jedenfalls soll uns die Möglichkeit ihres Auftretens weise Beschränkung auferlegen, nicht mehr Strahlen als unbedingt nötig zu verabfolgen, und selbst beim Karzinom, meint Schmidt, braucht man solche Vorsicht nicht außer Acht zu lassen, da die Notwendigkeit riesiger Dosen hierbei noch gar nicht erwiesen sei; denn schon früher hätten Röntgenologen bei malignen Neubildungen Erfolge zu verzeichnen gehabt. In diesem letzten Punkte möchte ich Schmidt nicht folgen. Lieber drei Spätschädigungen, die vielleicht gar nicht eintreten, wie der Verlust einer doch wirklich heute schon recht günstigen Heilungsaussicht für einen bösartigen Tumor. Außerdem betrafen die schon früher erreichten Karzinomerfolge mit ganz seltenen Ausnahmen meines Wissens doch nur die Tumoren der Deckschicht, während der heute allgemein auffallende Fortschritt sich in erster Linie auf die mit der Tiefentherapie beeinflußten Krebsgeschwülste aufbaut.

Eben diesem Behandlungsverfahren verdanken wir eine ganz neuartige Methode, deren Wirkungsbereich sich auf die Myom- und Blutungsbehandlung noch nicht ausgedehnt hat, die sich als Adjuvans oder Ersatz der Röntgentherapie vielleicht aber noch recht große Bedeutung verschaffen wird. Ich meine die Injektionen von gewissen Substanzen, von denen ich oben schon das Fulmargin Holzbachs erwähnte. Ich glaube, daß es gestattet ist, sie in zwei Klassen einzuteilen, in solche, die wir als Sekundärstrahlenerreger schon heute mit ziemlicher Sicherheit ansprechen können, und dann in solche, deren Wirkungsform sich unserer Erkenntnis noch völlig entzieht.

Zu der ersten Gattung gehört außer dem Fulmargin das von Klotz (Deutsche medizin. Wochenschr. 1913, S. 2554) benutzte Elektrokobalt, von dessen Lösung in physiologischer Kochsalzlösung er 5 ccm pro dosi und 7 Tage langsam in eine Vene injizierte. Erst hatte er kolloidales Silber, dann Elektrokupfer angewendet, hat aber schließlich das Elektrokobalt als am besten bekömmlich und wirksamsten erprobt (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 31). Krukenberg (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 38), hat mit einem fluoreszierenden Stoff, dem wolframsauren Kalzium ($Ca\ WO_4$) von Merck experimentiert. 0,4 g der Substanz schwemmte er in Kochsalzlösung auf, injizierte die Mischung in ein Mammakarzinom, das er dann drei Tage lang mit je $^2/_3$ Erythemdosen bestrahlte, um es am vierten Tage zu operieren. Das Präparat zeigte in der Nachbarschaft der Injektionsstellen Nekrose und Degeneration. Einen gleich günstigen Erfolg stellte er bei einem mit Peritonealtuberkulose behafteten Kaninchen durch 1 g des injizierten Metalls fest. — Wolze und Pagenstecher (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1036) haben es bei einem inoperabelen Mandelsarkom mit acht innerhalb von sieben Wochen gegebenen Einspritzungen von je 5 ccm Cuprase (= 0,00968 reines Kupfer) versucht, Hilfe zu bringen. Sie bestrahlten später noch mit einer Strahlenmenge von 50 H, konnten aber, und das ist auffallend, wenn man die erzielte Wirksamkeit für Sekundärstrahlenarbeit halten will, schon durch die Cuprase allein eine Verkleinerung des behandelten Tumors fest-

stellen, eine Verkleinerung, die freilich erst unter der Mitwirkung des Röntgenlichts sich ausgesprochen eingestellt zu haben scheint. So kommt der Cuprase an und für sich vielleicht schon eine chemische Wirkung zu, an die wir ja überhaupt, soweit wir es heute wissen, glauben müssen, wenn die Erfolge uns verständlich sein sollen, die mit der zweiten oben erwähnten Klasse von Substanzen erreicht wurden.

Hier steht das Cholin obenan, das uns ja seit 1906 aus der Arbeit von Benjamin, v. Reuß, Sluka und Schwarz (Wiener klin. Wochenschr. 1906, Nr. 26) als Lezithinzersetzungsprodukt infolge von Röntgenlichteinwirkung bekannt ist und seitdem von vielen Autoren als Träger der Strahlenwirkung angesehen wird. So zieht es neuerdings auch Krüger (Strahlentherapie III, 2) zur Erklärung der Strahlenfernwirkung heran, und setzt es damit an die Stelle des früher supponierten Röntgenleukotoxins. Krüger konnte nämlich nachweisen, daß die Röntgenleukozytose, die mit dem Cholinauftreten im Blute zeitlich und wohl auch ursächlich zusammenfällt, vornehmlich, ja fast ausschließlich bei Bestrahlungen lymphoiden Gewebes beobachtet wird. Er stellt sich vor, daß das gleichzeitig entstehende Cholin eine weitere Hyperleukozytose und wahrscheinlich auch den ominösen Röntgenkater auslöst, da es ihm gelang, durch Cholineinspritzungen eine der Röntgenisierungsleukozytose gleiche Vermehrung der weißen Blutkörperchen hervorzurufen. Da wir nun ferner wissen, daß dem Cholin an radiosensiblen Organen eine den Röntgenstrahlen ganz analoge Wirkung möglich ist, so müssen, wenn das alles stimmt, diese Schlüsse sich zu einem einwandfreien Kreis schließen lassen. Damit hapert es aber nun doch noch etwas. Man kennt nämlich vorläufig nur die myeloide Leukämie, bei der die alleinige Milzbestrahlung auch auf Knochenmark und Leber einwirkt. Die Milzbestrahlung soll eben eine umfangreiche, Cholin freimachende Gewebseinschmelzung bewirken, und an der gesteigerten Radiosensibilität im Knochenmark, wo dann der neu gewonnene Blutbestandteil seine Fähigkeiten zeigen soll, fehlt es andererseits auch nicht. Damit hätten wir also das Beispiel einer typischen Fernwirkung, leider aber auch das einzigste. Wie Krüger richtig sagt, findet sich weder in der Dermatologie, noch in der Gynäkologie eine ähnliche Erscheinung, wie auch für die lymphatische Leukämie die „Fernwirkung“ nicht gilt. Endlich ließ auch die kräftige Bestrahlung eines Kaninchens bei vorsichtig abgedeckten Hoden diese Organe völlig unbeeinflußt. Damit hat die Lehre von der sog. Fernwirkung der Röntgenstrahlen meines Erachtens einen starken Stoß bekommen; denn die vermeintliche, bei der myeloiden Leukämie gefundene Fernwirkung kann man sich doch auch sehr gut auf ganz andere Weise erklären. Man denke nur an den Synergismus der Organe im Sinne Abderhaldens. Dann wird man auch die günstige Beeinflussung der Basedowschen Krankheit durch Röntgenbehandlnng der Ovarien, wie sie Mannaberg in zehn Fällen beobachtete (Wiener klin. Wochenschr. 1913, Nr. 18, vergl. hierzu v. Graff, 85. Naturforscherversammlung in Wien) verstehen, ohne dazu unbedingt die recht rätselhafte Fernwirkung der Röntgenstrahlen zu benötigen. Daß damit unser Wissen vom Cholin nicht steht und fällt, zeigt uns erfreulicherweise eine Arbeit von M. Paula Sommer (Strahlentherapie III, 2), die Mäusen und Kaninchen eine $^1/_2$—$1\,^0/_0$ Borcholinlösung einspritzte und abgesehen vielleicht von einer etwas längeren Latenzzeit an den Ovarien dieselben Veränderungen fand, wie wir sie nach Bestrahlungen mit der Röntgenröhre zu beobachten gewohnt sind. Das wäre also eine Strahlenimitation, die praktisch schon längst vor den Sommerschen Untersuchungen erprobt wurde, und zwar in erster Linie von Werner, dem wir die Herstellung einer verwendbaren Cholinverbindung überhaupt verdanken: Er benutzt das borsaure Cholin, das unter dem Namen Enzytol von den vereinigten chemischen Werken in Charlottenburg in den Handel gebracht wird und nach ganz bestimmter Vorschrift intravenös injiziert wird. Mit dieser „chemischen Imitation der Strahlenwirkung“ wurden bei 61 Krebskranken recht günstige, zum Teil sogar ganz ausgezeichnete Erfolge erzielt (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 38). Ein besonderer, hierher gehöriger Gedanke stammt von Opitz (Strahlentherapie III, S. 251), dér sich die kombinierte Verwendung von innerlicher Jodkali- und äußerlicher Quecksilberdarreichung zum



Vorbild genommen und eine Jod-Cholinverbindung benutzt hat, um auf diese Weise das an das Jod gekettete Cholin sicher an einen krebsigen Zerfallsherd heranzubringen, der zu diesem Zweck mit Kalomel eingepudert wird. Beim Kollumkarzinom wurden mit dieser Methode günstige Einwirkungen erzielt. Dasselbe berichtet Haenisch (Hamburger Ärzteverein 25. II. 1913), von der Behandlung eines großen Mediastinaltumors mit kakodylsaurem Natron und Röntgenlicht, Seeligmann von der Anwendung des Arsazetins kombiniert mit X-Strahlen bei dem Rezidiv eines Ovarialsarkoms (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 12 und S. 1884, Deutsche medizin. Wochenschr. 1913, S. 1310) und Kotzenberg (Hamburger Ärzteverein 25. II. 1913) endlich schlägt vor, der Strahlentherapie Salvarsaninjektionen zuzufügen. Es finden offenbar alle diese Heilmethoden ihre Begründung in den Arbeiten v. Wassermanns über das Eosin-Selen und in den zahlreichen Untersuchungen von Neuberg, Caspari und Löhe (Deutsche med. Wochenschr. 1912, Nr. 8 und Berliner klin. Wochenschr. 1912, Nr. 30), welche in malignen Tumoren eine abnorme und außerordentlich gesteigerte Fermenttätigkeit im Sinne der Autolyse annehmen und diese Vorgänge durch intravenöse Injektionen von Verbindungen einiger Schwermetalle (Kupfer, Zinn, Platin, besonders Kobalt und Silber) in kolloidaler Form erheblich zu steigern vermochten. Die letztgenannten Autoren stellten auch fest, daß in gutartigen Tumoren die autolytischen Vorgänge nur eine geringe Rolle spielen, die von ihnen angegebenen Mittel bei solchen Geschwülsten demnach auch keine Wirkung hervorrufen könnten. Was sollen also diese tumoraffinen Substanzen unseren gutartigen gynäkologischen Leiden? Sie sollen entweder chemisch, wie das Cholin, oder, was wohl die richtigere Annahme ist, durch Erregung von sekundärer Strahlung bei primärer Röntgenbelichtung, die Strahlenwirkung teils imitieren, teils ersetzen und die Anzahl der röntgenrefraktären Fälle nach Möglichkeit heruntersetzen. In diesem Sinne denkt sich auch F. M. Meyer (Strahlentherapie II, S. 598) ihre Wirkung neben hochfrequenten Strömen, hyperämisierenden Mitteln und sonstigen Sensibilisatoren. Welchem Mittel von all den aufgezählten die Zukunft schließlich den ersten Platz zuweisen wird, läßt sich vorläufig noch gar nicht sagen. Jedenfalls dürften die inoperablen Karzinome dasjenige Arbeitsfeld darstellen, das in diese Frage Licht zu bringen hat.

Über den letzten Grund der Strahlenwirkung gibt es nach wie vor nur Hypothesen, deren mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeit, richtig zu sein, sich nach dem Geschmack der einzelnen Leser richten dürfte. Mehr kann ich für meinen Teil wenigstens vorläufig nicht herausfinden, und versage mir daher auch kritische Randbemerkungen. Bei Deane Butcher (Strahlentherapie II, S. 396) finden wir die „Vakzinationstheorie" (X-Strahlen erzeugen eine vitale Reaktion: Phagozytose, die heilend wirkt) und die „physikalische" Theorie (durch γ-Strahlen Molekülspaltung und Bildung von lokalen, mit osmotischen Kräften begabten Herden) seiner „Kannibalischen" Hypothese gegenübergestellt. Letztere besagt, daß durch Zelltod Energiemengen frei und Freßzellen angelockt werden, wodurch es zu einem Wachstumsreiz kommt. — Falta (Strahlentherapie II, S. 357) sieht in der β-Strahlung das Wesentliche, ebenso wie Ch. Müller (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2448). Nach Falta werden durch sie die im Zellprotoplasma sich abspielenden Prozesse bei kleinen Dosen gefördert, bei großen gehemmt. So kommt es zur Steigerung der Assimilationsvorgänge und bei zu großem Überschuß an Energie zur Lösung jedes Molekularverbandes. — Nach Bordier (Strahlentherapie II, S. 368) befinden sich die Eiweißstoffe in den Zellen im kolloidalen Zustande d. h. die suspendierten Teilchen besitzen eine elektrische Ladung. Dieser Ladung werden sie durch die X-Strahlen beraubt, wodurch ihre Ausfällung zustande kommt, ein im Experiment bereits gelungener Vorgang. Je größer die Strahlenabsorption, desto zahlreicher die ausgefällten Granula, desto schneller die Wirkung, desto kürzer die Latenzzeit. Je länger diese ist, desto besser vermag die Zelle die ausgefällten Teilchen zu beseitigen, bevor eine zweite Bestrahlung die Fällung fortsetzt. So erklärt es sich zum Teil, daß die Haut auf eine achtmalige Applikation von je 4 H nicht reagiert, wohl aber auf eine einmalige Bestrahlung mit 32 H. — Wickham

(Berliner klin. Wochenschr. 1913, S. 1006 und 1058) sieht das Wesen der Strahlenwirkung in einer Veränderung des physikalisch-chemischen Milieus, in dem jede Zelle lebt, die nach dem Gesetz von Bergonié und Tribondeau um so sensibler ist, 1. je intensiver ihre reproduktive Tätigkeit, 2. je länger ihre karyokinetische Entstehung ist und 3. je weniger bestimmt ihre Morphologie und Funktionen sind. So wäre die spezifische Strahlenwirkung identisch mit der besonderen Empfindlichkeit der Zelle. Löwenthal, dessen Arbeit ich oben schon erwähnte, stützt seine Gedanken über die vom Röntgenlicht geleistete Arbeit auf ein in den Zellen vorhandenes Eisenmolekül, so daß bei der Strahlenabsorption in den Zellen selbst Kathodenstrahlen zustande kommen. Das Eisenatom wird ionisiert, d. h. es erfährt eine Änderung seiner positiven oder negativen Ladung, was einer Oxydation bzw. Reduktion entsprechen soll. So wäre dann auch die alte Beobachtung von der Reiz- und Lähmungsdosis erklärt, eine ja bekannte Erscheinung, die Schwarz (Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2165), der in dieser Beziehung bekanntlich viele Vorgänger hat, erst neuerdings wieder bewiesen hat. Er wollte zeigen, daß kleine Strahlenmengen die normalen Zellteilungsvorgänge stören und dadurch das Zustandekommen atypischer Wucherungen (also zum Teil des Röntgenkarzinoms) ermöglichen können.

Erst an letzter Stelle komme ich auf den klinischen Teil der Bestrahlung gynäkologischer Leiden zu sprechen, zuletzt nicht etwa deshalb, weil dieses Kapitel den anderen an Wichtigkeit für unterlegen erachtet wird, im Gegenteil! Aber es kann die Erörterung der hierher gehörigen Einzelheiten nur kurz ausfallen aus dem einfachen Grunde, weil im abgelaufenen Jahre sich etwas auffallend Neues nicht ereignet hat. Von der allgemeinen Erregung, welche durch die Kunde von den mancherlei Karzinom„heilungen“ ausgelöst wurde, spreche ich hier natürlich nicht. Wenn wir uns auch von Herzen und mit Stolz darüber freuen können, daß sich diese neue Epoche in der Medizin an die Namen bedeutender Gynäkologen anknüpft: Krönig und Gauß, Klein, Bumm, Döderlein und viele andere, deren Veröffentlichungen sich im Literaturverzeichnis aufgezählt finden, so ist doch die Strahlenbehandlung maligner Neubildungen nichts Spezifisch-Gynäkologisches. Der Chirurg wie der Internist interessieren sich in gleich steigendem Maße für diese Abart gynäkologischer Tiefentherapie, und was von Krönig und Gauß mit der „Intensivbestrahlung“ geschaffen wurde, findet auf diesem Gebiete seine uneingeschränkte Betätigung und seine schönsten Erfolge. Was hier an überraschenden Neuigkeiten auf dem Gynäkologenkongreß in Halle, bei der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte und sonst in den Versammlungen vieler ärztlicher Vereine und medizinischen Gesellschaften zutage kam, würde zudem ein eigenes umfangreiches Referat abgeben. Ich beschränke mich darum auf die gutartigen gynäkologischen Erkrankungsformen, auf deren Gebiet, wie gesagt, nicht viel Neues sich ereignete.

Es ist selbstverständlich eine Fülle von Einzelbeobachtungen zusammengetragen worden, vornehmlich Beiträge zum Thema der ungewollten Röntgenschädigungen: In Bonn kamen zwei Fälle von Psychosen (Int. Röntgenkongreß) vor; Fränkel (nach Albers-Schönberg) erlebte zweimal eine Cystitis, Gauß einen äußerst rapiden Leukozytensturz bis herab auf 3000, so daß die Behandlung unterbrochen wurde. Vielleicht darf ich im Sinne Franks (Monatsschr. f. Geb. u. Gyn. 38, S. 329), der von der Möglichkeit der Krebserzeugung durch Röntgenstrahlen überzeugt ist (s. o. Schwarz), drei merkwürdige Beobachtungen gerade an dieser Stelle mitteilen: Hammerschlag (Berliner medizin. Ges., Münch. medizin. Wochenschr. 1913, S. 235) sah unter der Röntgenbehandlung eines Pruritus einen Vulvakrebs entstehen, v. Franqué (Mittelrhein. Ges. für Geb. u. Gyn. 17. XI. 1912) während einer Röntgenkur ein Kankroid an der Portio und Sellheim (am gleichen Ort) ein Karzinom im myomatösen Uterus auftreten, dessen vorherige Ausschabung nichts Malignes hatte erkennen lassen. — Eine Warnung, Diabetiker nur sehr vorsichtig oder vielleicht am besten gar nicht zu bestrahlen, geht von Sielmann (4. internat. Kongreß für Physiotherapie in Berlin) aus, der in zwei Serien mit $^1/_2$ jähriger Pause $7\,^1/_2$ H verabreichte und trotz dieser gewiß geringen Dosis eine



Verbrennung eintreten sah. — Daß man noch immer Übelkeit und Erbrechen nach dem Aufenthalt der Patientin im Röntgenzimmer erlebt, ist nicht neu, wohl aber die Erklärung, die Füth in Halle beim Gynäkologenkongreß dafür gab: Er denkt an eine Art von Ozonvergiftung, und das erscheint mir aus dem Grunde recht einleuchtend, weil ich selber bei drei Patientinnen — zwei davon waren kräftige Bauersfrauen — Übelkeit und Würgen erlebte, wobei die Frauen ausdrücklich dem merkwürdigen Geruch im Zimmer die Schuld hieran beilegten (vgl. H. E. Schmidt, Gyn. Rundschau, s. u.). Das könnte ja nun natürlich immer noch ein Erklärungsirrtum sein; um einen solchen möglichst auszuschließen, bestrahlte ich diejenige der drei Frauen, die am kräftigsten in besagter Beziehung zu reagieren pflegte, gleich im Anschluß an eine andere Kranke. War inzwischen gründlich gelüftet worden, so blieb das Würgen aus, das ohne vorheriges Öffnen der Fenster stets mit Sicherheit sich einstellte. — An eine andere hierher gehörige unerwünschte Nebenwirkung denkt Levy-Dorn (Zeitschr. für Geb. u. Gyn., Bd. 73, S. 314), der den hochgespannten Strom des Apparates analog der Wirkung der d'Arsonvalisation für die nach Bestrahlungen auftretende Mattigkeit und Ermüdung verantwortlich macht. Der sog. „Röntgenkater" wäre demnach also vielleicht keine einheitliche Erscheinung. H. E. Schmidt (Berliner Ges. für Geb. u. Gyn. 13. XII. 1912 und Gynäk. Rundschau 1913, S. 277) stellt letzterem übrigens den „Röntgenrausch" als ganz anders geartete Allgemeinreaktion gegenüber: Mattigkeit Benommenheit, Kopfschmerz, Appetitlosigkeit, Brechreiz und Übelkeit nennt er als Symptome, denen ich einen qualitativen, prinzipiellen Unterschied vom „Röntgenkater" nicht anzusehen vermag. Den Entstehungsort dieser verschieden benannten Erscheinungen sucht man ja schon seit längerer Zeit im Darmtraktus. Und es ist für diese Auffassung interessant und wichtig, daß H. E. Schmidt niemals den „Röntgenrausch" bei solchen Frauen beobachtete, die ein sehr großes, den Darm verdeckendes Myom in sich trugen. — Beachtenswert ist sodann die Mitteilung von Schirschow (Zentralblatt für Gyn. 1913, S. 1592), daß auch die gesunde Tube in ihrer Unversehrtheit beeinträchtigt werden kann; es sei nämlich zuweilen zur Hämatosalpinxbildung gekommen, eine in ihrer Kürze nicht ganz verständliche, jedenfalls überraschende Angabe.

Ich bin überzeugt, daß sich die Reihe aller dieser, gegenüber den schon längst bekannten Strahlenschädigungen neuartigen Erscheinungen leicht noch vergrößern ließe. Was wir davon wissen und täglich neu erfahren, legt uns eben immer wieder die Mahnung ans Herz: Vorsicht mit dem so differenten Mittel der Röntgenstrahlen. Und diese Devise führt uns allmählich auch zu einer Klärung in der Frage: „Hamburger" oder „Freiburger" Richtung, große oder kleine Strahlenmengen für gutartige gynäkologische Leiden? Es führen ja viele Wege nach Rom, eine Weisheit, die das Jahr 1913 für die gynäkologische Tiefentherapie neu bewiesen hat. Der Freiburger Klinik haben sich inzwischen München (v. Seuffert, Strahlentherapie II, S. 714), Heidelberg, Erlangen (Engelhorn, Strahlentherapie III, S. 216) und die Berliner Universitätsklinik (Haendly, Therapeutische Monatshefte 1913, S. 760) angeschlossen. Es wird damit offenbar der kürzeste aller Wege gewählt, ob auch der beste und bequemste, möchte ich bezweifeln. Andrerseits hat Albers-Schönberg (Strahlentherapie III, 2) die Menge der verabreichten Strahlung etwas heraufgesetzt. Auf einer mittleren Linie marschieren Reifferscheidt, Kreuzfuchs, Weitzel, Pinkus, Klein, G. Hirsch, Langes, Lorey, Heimann und viele andere. Scheint man sich also allmählich auf der goldenen Mittelstraße vereinigen zu wollen, zumal auch von den 100 % Heilungen der Freiburger Klinik hier und da etwas abbröckelt, so halte ich selbst einen derartigen Kompromiß nicht für sonderlich glücklich. Es steckt zuviel Schema darin, was für die ärztliche Behandlung menschlicher Leiden noch stets vom Übel war. Ich erkläre es für erstrebenswert, daß alle die verschiedenen, gut ausgearbeiteten Dosierungsmethoden je nach der Lage des akuten Falles Verwendung finden, was natürlich voraussetzt, daß man nicht mehr nur seine eigene Methode „kann", sondern z. B. auch die Regeln der Intensivbehandlung genau zu befolgen versteht. Die zu letzterer nötigen Strahlenmengen gibt uns unschwer selbst in einem kleineren Apparat die neue Maxi-

mumröhre. Sollen wir also z. B. eine 50 Jahre alte Patientin von dem Rest ihrer klimakterischen Blutungen befreien, so werden wir ihr zunächst mit 3—6 Erythemdosen beizukommen versuchen und es nicht selten erleben, daß damit völlig genug getan ist. Will dagegen eine schwer anämische Frau mit einem mannskopfgroßen, auffallend schnell wachsenden myomatösen Uterus Hilfe finden, so wird man mit großen Strahlenmengen entweder eine möglichst kräftige Wirkung beabsichtigen oder sich doch wenigstens Klarheit darüber verschaffen, daß hier die Operation einer vielleicht malignen Neubildung unbedingt vorzuziehen ist. Erst diese Art zu individualisieren hebt uns aus dem Rahmen der Röntgentechniker heraus und setzt an die Stelle der zuerst nötig gewesenen wissenschaftlichen Forschung, die mit gleichgemachten Voraussetzungen zu arbeiten hatte, die Ursachen und Wirkungen klug abwägende ärztliche Kunst.

Aber selbst diese Kunst schreit nach Brot, was so viel heißen soll (Holzbach erhebt einmal die gleiche Frage): Wer bezahlt die Röntgenbehandlung? Daß eine staatliche Klinik mit ihrer meist kostspieligen Apparatur selbst bei den sogenannten erstklassigen Patientinnen nicht auf ihre Kosten kommt, ist durchaus sicher. Hinzu kommt, daß eigentlich diese Gattung kranker Frauen nach einem alten und lobenswerten, jedoch ungeschriebenen Gesetz für die unbemittelten Kreise die Kosten mittragen, also verhältnismäßig zuviel bezahlen müßten. Wer das nun verlangen wollte, würde bald einen starken Rückgang in seiner Patientenzahl beobachten müssen. Andererseits aber zeigen die zahlreichen Privaträntgeninstitute, daß es möglich sein muß, auf seine Kosten zu kommen. Ihre Verhältnisse dürften sich aber so ohne weiteres auf öffentliche Kliniken nicht übertragen lassen, so daß diese nach wie vor die Frage: Wer zahlt? mit einem vertrauensvollen und gleichzeitig dankbaren Hinweis auf den großen Staatssäckel beantworten müssen.

Wie Nemenow (Zentralblatt f. Gyn. 1913, S. 1592) ausgerechnet hat, wurden bis jetzt 8000 Fälle von Röntgenbestrahlungen ohne Todesfall veröffentlicht; ich kann hinzufügen, daß auch ein solcher Exitus, der wie die früheren erst mit einiger Mühe von dem Konto der Röntgenröhre etwa hätte abgesetzt werden müssen, im vergangenen Jahre nicht vorgekommen ist. Nun muß man zwar Stoeckel (Medizin. Klinik 1913, Nr. 50) recht geben, wenn er gegen die oft ausgeführte Gegenüberstellung: Operation oder Bestrahlung anführt, daß die Mortalität des operativen Vorgehens gar kein Grund ist, der für die Bestrahlung spricht; denn würde man alle Myome, die man operiert, bestrahlen, so würde auch die Röntgentherapie ihre Todesfälle haben; ja man würde es sogar erleben, daß Frauen einfach aus dem Grunde sterben, weil sie nicht operiert wurden. Das führt uns dann eben wieder zum „Individualisieren", von dem ich an der obigen Zahl 8000 hier nur zeigen wollte, daß wir es hinsichtlich der Auswahl der zu bestrahlenden Frauen schon recht gut gelernt haben. Die Indikationsstellung hat sich denn auch so gut wie gar nicht geändert; neu ist höchstens die Beobachtung von v. Graff (85. Naturforscherversammlung), daß bei Erkrankungen des Herzens und Gefäßsystems, sowie bei der hereditären Lues die Röntgenstrahlen sich ihm als wirkungslos erwiesen haben. — An der prognostisch wichtigen Zunahme des Körpergewichts und Hämoglobingehaltes, sagt Albers-Schönberg (l. c.), erkennt man die günstige Einwirkung der Strahlentherapie, worin wir also wohl ein weiteres Mittel zu sehen haben, unsere Indikationsstellung zu verfeinern und nötigenfalls noch nachträglich zu korrigieren.

Neue Gebiete hat sich die Tiefentherapie im vorigen Jahre im wesentlichen nicht erobert. Kurz erwähnen will ich, daß Fränkel (Zentralblatt für Gyn. 1913, S. 1570) in 75% der Fälle Besserung oder Heilung perimetritischer Verwachsungen an fixierten Uteri z. B. auch retroflektierten beobachtete, daß eine Arbeit von Simonson (Strahlentherapie II, S. 192) über die schmerzstillende Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen vorliegt, und daß Iselin (Deutsche med. Wochenschr. 1813, Nr. 7 und 8) dem Röntgenlicht die Fähigkeit zuerkennt, tuberkulöse Herde zu „entgiften".

Haben wir, das sei die Schlußfrage, es zu gewärtigen, daß, ganz abgesehen von dem



riesigen Kostenunterschied, die Röntgentherapie von den radioaktiven Substanzen verdrängt wird? Krönig (Strahlentherapie III, 2) kommt auf Grund von 125 ausschließlich mit Mesothorium behandelten Myomen und Metropathien zu dem Schluß, daß bei der Verwendung von Mesothorium die Ausfallserscheinungen geringer seien, die Röntgenstrahlen auf große Tumoren dagegen besser einwirkten. Voigts (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 22) und Haendly (Therapeut. Monatshefte 1913, S. 760) halten beide Strahlungen für ungefähr gleichwertig. Vielleicht komme den radioaktiven Substanzen, besonders dem Mesothorium eine etwas schnellere Wirkung zu. Daß das Thor-x mit der Kraft des Röntgenrohres nicht konkurrieren kann, geht aus einer Mitteilung von Krause hervor (Berliner klin. Wochenschr. 1913, Nr. 13). Bei Gauß (Strahlentherapie II, S. 623) endlich lesen wir neben einer kurzen Literaturzusammenstellung der schon von anderer Seite nur mit radioaktiven Substanzen erzielten Erfolge, daß in Freiburg mit derselben Behandlungsform von 54 Myomen 23 und von 25 Metropathien sechs geheilt wurden, während die ungeheilten Fälle zur Zeit der Berichterstattung noch in Behandlung standen. Gauß schreibt dazu, daß die hochgestellten Erwartungen durch die Resultate meist überstiegen wurden. Ob die Zukunft solche Erwartungen weiter erfüllt, müssen wir ihr getrost überlassen; heute läßt sich unser Urteil dahin zusammenfassen, daß Beobachtungen nach keiner Richtung hin gemacht wurden, die uns veranlassen könnten, den radioaktiven Substanzen das Feld zu räumen. Und selbst wenn diese sich durch Schnelligkeit und Sicherheit des Erfolges ebenso wie durch Ungefährlichkeit der Anwendung und Dauerhaftigkeit der Resultate dem Licht der Röntgenröhre einst weit überlegen zeigen sollten, so würden wir doch infolge des geradezu märchenhaft hohen Preises für Radium und Mesothorium, wenn hierin eine Änderung nicht eintritt, auf das „Surrogat" der Röntgenstrahlen nicht verzichten können. Daß aber vorläufig von Surrogat und minderwertigem Ersatz keine Rede sein kann, hat uns das Jahr 1913 auf das erfreulichste bewiesen.

Literatur.

1. Albers-Schönberg, Referat über die gynäkologische Tiefentherapie (Myome). Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
2. Albers-Schönberg, Die Röntgentechnik, Hamburg, Lucas Gräfe & Sillem.
3. Aschoff, Krönig und Gauß, Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 7 u. 8.
4. Baumeister u. Janus, Entwicklung der Apparatur für Intensivröntgentiefentherapie. Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 21, S. 240.
5. Becker, Was soll der Nichtröntgenarzt über das X-Erythem wissen? Deutsche med. Wochenschrift 1913, S. 510.
6. Berger, Die therapeutische Anwendung der Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Excerpta medica, 1913, Nr. 3.
7. Bordier, Biochemische Wirkungen der Strahlen, insbes. der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 368.
8. Borell, Klinische Untersuchungen über die Erythemgrenze bei gynäkologischer Tiefentherapie mit stark gefilterten Strahlen. Strahlentherapie, Bd. 2, Heft 2.
9. Bucky, Über die optisch korrekte Ablesung von Farbänderungen bei Röntgenstrahlendosimetern. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 172.
10. Bumm und Voigts, Zur Technik der Karzinombestrahlung. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 31.
11. Bumm und Voigts, Einige Fälle von Mesothoriumverbrennungen. Zeitschr. f. Geb.-H. u. Gyn. 73, S. 951.
12. Bumm, Über Erfolge der Röntgen- und Mesothoriumbestrahlung beim Uteruskarzinom. Berl. klin. Wochenschr. 1913, Nr. 22.
13. Bumm, Zur Kenntnis der Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Uteruskarzinom. Zentralblatt f. Gyn. 1912, Nr. 47.
14. Chilaiditis und Stavridès, Die Behandlung des Uterusfibroms mit X-Strahlen. Ann. de Gynaecol. et d'obst., 40. Jahrg., 2. Ser., H. 10. (Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1059.)
15. Christen, Die physikalischen Grundlagen für die Dosierung der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 162.
16. Christen, Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen. 28. Erg.-Bd. zu den Fortschritten a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen.
17. Deane Butcher, Über die Grundlage der Röntgen- und Radiumtherapie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 396.
18. Dessauer, Versuche über die harten Röntgenstrahlen (mit Berücksichtigung der Tiefenbe-



strahlung). Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 696.

19. Dessauer, Arbeiten über harte Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschr. 13, S. 1383.
20. Dessauer, Fortschritte in der Erzeugung harter Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschrift 1913, S. 2268.
21. Döderlein, Röntgenstrahlen und Mesothorium in der gynäkologischen Therapie, insbesondere auch bei Uteruskarzinom. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 37, S. 553.
22. Döderlein, Die Verhandlungen über die Strahlentherapie des Karzinoms auf dem 15. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie in Halle. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 38, S. 51.
23. Dutoit, Die Radiotherapie der Thymushyperplasie. Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 515.
24. Eben, Fall von Röntgenstrahlenulkus von elfmonatiger Dauer ohne Heilungstendenz, Heilung mit Zellerscher Pasta. Prager med. Wochenschrift 1913, Nr. 35. (Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1801.)
25. Engelhorn, Über den derzeitigen Stand der Strahlentherapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 216.
26. Falta, Chemische und biologische Wirkung der strahlenden Materie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 357.
27. Foveau de Courmelles, Die Röntgen- und Radiumstrahlen in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
28. Franke, Zur Technik der Röntgengyniatrie. Gyn. Rundschau 1913, S. 247.
29. Fränkel, Lösung parametritischer Verwachsungen durch Röntgenstrahlen. Zentralbl. f Gyn. 1913, S. 1570.
30. Freund und Kaminer, Über chemische Wirkungen von Röntgen- und Radiumbestrahlungen in bezug auf Karzinom. Wien. klin. Wochenschrift 1913, Nr. 6 (Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 596).
31. L. Freund, Eine neue Methode zur Bestimmung der Radiosensibilität. Münch. med. Wochenschrift 1913, S. 1236.
32. Fuchs, Röntgentherapie oder Vaporisation bei hämorrhagischen Metropathien. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 37, S. 496.
33. Gauß, Gynäkologische Tiefentherapie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 623.
34. Gauß, Zur Technik der gynäkologischen Mesothoriumtherapie. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 1.
35. Gottignies, Über Drüsen mit innerer Sekretion. Ref.: Zentralbl. 1913, S. 38.
36. Groedel, Versuche über die harten Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1090.
37. Groedel, Vierjährige Erfahrungen mit unterbrecherlosen (Gleichrichter) Röntgenapparaten und einige wichtige Neuerungen an denselben. Zugleich ein Beitrag zur Frage der Apparatbeurteilung durch den Arzt. Münch. med Wochenschrift 1913, S. 471.
38. Groedel, Wird der Blutdruck durch Röntgenbestrahlung der Nebennieren beeinflußt? Strahlentherapie, Bd. 2, S. 224.
39. Gunsett, Zur Technik der Dosierung der Röntgenstrahlen, speziell bei hohen Dosen. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 568.
40. Gunsett, Eine Fehlerquelle beim Ablesen der S-N-Tabletten. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 980.
41. Gunsett, Zur Dosierung der Röntgenstrahlen. Zentralbl. 1914, S. 225.
42. Haendly, Die Verwendung der Strahlenenergie in der Gynäkologie. Therap. Monatsh. 1913, S. 760.
43. Haendly, Die therapeutische Verwendung der Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 227.
44. Haendly, Anatomische Befunde bei mit Mesothorium und Röntgenstrahlen behandelten Karzinomen. Arch. f. Gyn., Bd. 100, S. 49.
45. Haendly, Die therapeutische Verwendung der Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Zeitschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 73, S. 918.
46. Haendly, Die Wirkung der Mesothorium- und Röntgenstrahlen auf das Karzinom, den Uterus und die Ovarien. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 300.
47. Haenisch, Über die Röntgenbehandlung der Uterusmyome. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 249.
48. Hager, Zur Klinik des Röntgenulkus. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 642.
49. Hager, Zur Klinik des Röntgenulkus. Diss. Freiburg 1913.
50. Hahn und Meitner, Grundlagen und Ergebnisse der radioaktiven Forschung. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 114.
51. Hausmann, Über die sensibilisierende Wirkung des Hämatoporphyrins. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 112.
52. Heber, Der Betrieb von Röntgenröhren mit dem Gasunterbrecher. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
53. Heimann, Die gynäkologische Röntgentherapie. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 37, S. 325.
54. Heimann, Zur Röntgentiefentherapie. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 276.
55. Hesse, Symptomatologie, Pathogenese und Therapie des Röntgenkarzinoms. Ref.: Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 38.
56. G. Hirsch, Münchner Gynäkologengesellschaft. Monatsschrift, Bd. 38, S. 216: Die Röntgentherapie bei Myomen und Fibrosis uteri.
57. Hirsch, Die Röntgentherapie bei Myomen und Fibrosis uteri. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 906.
58. G. Hirsch, Beiträge zur Ausgestaltung der gynäkologischen Radiotherapie. Diss. Freiburg 1912.
59. Holzbach, Theoretisches und Praktisches zur Röntgentherapie. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 279.

60. Holzknecht, Eine Fehlerquelle beim Ablesen der S-N-Tabletten. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1150.
61. Iselin, Entgiftung des tuberkulösen Herdes durch Röntgenbestrahlung. Deutsche med. Wochenschr. 1913, Nr. 7 u. 8.
62. Jaugeas, Einige Betrachtungen über die Röntgentherapie der Uterusmyome. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
63. Jung, Die Behandlung der klimakterischen Beschwerden des Weibes. Deutsche med. Wochenschrift 1912, Nr. 15.
64. Jung, Zur Mesothoriumbehandlung von Genitalkarzinomen. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 246.
65. Jung, Über Röntgentherapie der Myome und Metropathien. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn., Bd. 37, S. 372.
66. Kawasoye, Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Ei-Häute. Zentralbl. 1913, S. 488.
67. Keetmann, Zur Strahlentherapie der Geschwülste. Berl. klin. Wochenschr. 1913, Nr. 39.
68. Kehrer, Vorläufige Mitteilung zur exakten röntgenologischen Beckenmessung. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 55.
69. Kienböck, Über die Verwendung der photochemischen Radiometer zur Bestimmung der Hautdosen. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
70. Kienböck, Über die Arten der photochemischen Radiometer für Messung des Röntgenlichtes. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 556.
71. Kirchberg, Röntgenschädigungen und ihre rechtliche Bedeutung. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 121.
72. Kirstein, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Jul. Springer, Berlin 1913.
73. Kirstein, Gynäkologische Röntgentherapie. Zentralbl. f. d. gesamte Gyn. u. Geb.-H. usw., Bd. 1, S. 409.
74. Klein, Röntgenbehandlung bei Karzinom des Uterus der Mamma und der Ovarien. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 905.
75. Klein, Erfolge der Röntgenbehandlung bei Karzinom des Uterus der Mamma und der Ovarien. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 260.
76. Klein, Röntgentherapie bei Karzinomen des Uterus, der Ovarien und der Mamma. Monatsschr. f. Geb. u. Gyn., Bd. 38, S. 215.
77. Klingelfuß, Das Sklerometer. Seine physikalischen Grundlagen und seine Verwendung bei der Röntgenstrahlentherapie. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
78. Klotz, Die Beeinflussung des inoperablen Uteruskarzinoms mit Strahlen und intravenöser Chemotherapie. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 31.
79. Klotz, Ersparnis an strahlender Energie bei der Behandlung des inoperablen Karzinoms. Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 2554.
80. Kolde, Experimentelle Untersuchungen über die Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 710.
81. Krause, Vergleich der Wirkung des Thor-x und Röntgenstrahlen. Berliner klin. Wochenschrift 1913, Nr. 13.
82. Kreuzfuchs, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 897.
83. Krinski, Entwicklung und augenblicklicher Stand der Therapie mit strahlenden Substanzen in der Gynäkologie. Zentralbl. für die ges. Gyn. u. Geb. usw., Bd. 3, S. 33.
84. Krömer, Über die Einwirkung von Röntgen- und Mesothoriumstrahlen auf maligne Neubildungen der Genitalien. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 226.
85. Krönig, Die Strahlentherapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
86. Krönig u. Gauß, Die Strahlentherapie in d. Gynäkologie. Röntgen- oder Radiumtherapie? Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 153.
87. Krönig u. Gauß, Die Behandlung des Krebses mit Röntgenlicht u. Mesothorium. Deutsche med. Wochenschr. 1913, Nr. 26.
88. Krukenberg, Ein neuer Vorschlag zur Radiotherapie. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 38.
89. Krüger, Experimentelle Untersuchungen zum Röntgenschutz mit besonderer Berücksichtigung der Sekundärstrahlenwirkung. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
90. Krüger, Zur Frage der Fernwirkung der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
91. Krüger, Beitrag zur Anwendung des Sabouraudschen Dosimeters. Strahlentherapie Bd. 2, S. 349.
92. Lacassagne, Experimentelle Resultate der Ovarienbestrahlung, Schlußfolgerungen über den therapeutischen Wert der Strahlen in der Gynäkologie. Ref.: Zentralbl. 1913, S. 1801.
93. Lange, Röntgentherapie in gemessenen starken Dosen. Ref.: Zentralbl. 1913, S. 1800.
94. Langes: Erfahrungen mit der Röntgenbehandlung bei Myomen und Metropathien. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 287.
95. Laquerrière, Indikationen und Kontraindikationen der Radiotherapie gegen Fibrome und Blutungen des Klimakteriums. Revue mens. de gyn., d'obst. et de péd. 8. Jahrg., Nr. 9.
96. Lazarus, Zur Radiotherapie der Karzinome. Berl. klin Wochenschr. 1913, Nr. 28.
97. Levy-Dorn, Erzeugung von Radioaktivität aus nicht radioaktiven Elementen. Berliner klin. Wochenschr. 1913, S. 1617.
98. Levy-Dorn, Zur Wirkung der Röntgenstrahlen auf maligne Geschwülste. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 210.
99. Lindrum, Die Beziehungen zwischen Oberflächen- und Tiefenwirkung harter Röntgenstrahlen ohne und mit Benutzung von Filtern. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 293.
100. Lomer, Zentralbl. 1913, S. 102.

101. Lorey, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Gyn. Rundschau 1913, S. 239.
102. Löwenthal, Zur Strahlentherapie der Geschwülste. Berl. klin. Wochenschr. 1913, Nr. 33.
103. Mannaberg, Über Versuche, die Basedowsche Krankheit mittels Röntgenbestrahlung der Ovarien zu beeinflussen. Wiener klin. Wochenschrift 1913, Nr. 18.
104. Meidner, Über den derzeitigen Stand der gynäkologischen Röntgentherapie. Therapie der Gegenw. 1913, S. 169.
105. H. Meyer, Das Problem der Kreuzfeuerwirkung in der gynäkologischen Röntgentherapie. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1741.
106. F. M. Meyer, Zur Frage der röntgenrefraktären Fälle. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 598.
107. Miller, Die Beziehungen zwischen Sarkom und Myom in Rücksicht auf die Röntgentherapie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 256.
108. J. R. Miller, Experimentelle Untersuchungen über die biologische Wirkung verschieden gefilterter Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 699.
109. C. H. Müller, Die Röntgenstrahlenbehandlung der malignen Tumoren und ihre Kombinationen. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 177.
110. C. H. Müller, Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlenwirkung radioaktiver Substanzen. Bes. des Mesothoriums und der Ersatz derselben durch Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2448.
111. C. H. Müller, Die Krebskrankheit und ihre Behandlung mit Röntgenstrahlen und hochfrequenter Elektrizität resp. Diathermie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 170.
112. Nemenow, Die Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Ref.: Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1592.
113. Neuberg u. Caspary, Tumoraffine Substanzen. Deutsche med. Wochenschr. 1912, Nr. 8.
114. Neuberg, Caspary u. Löhe, Weiteres über Heilversuche an geschwulstkranken Tieren mittels tumoraffiner Substanzen. Berliner klin. Wochenschr. 1912, Nr. 30.
115. Nogier, Das Radiochromoskop. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 165.
116. Opitz, Randbemerkungen über Unterstützung und Ersatz der Strahlenbehandlung bösartiger Geschwülste. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 251.
117. Ostrcil, Über Röntgen- und Mesothoriumtherapie in der Gynäkologie. Ref.: Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1305.
118. Pagenstecher, Über die Benutzung von Sekundärstrahlen zur Verstärkung der Röntgenstrahlenwirkung. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1319.
119. Petersen, Zur Frage der Dauerheilungen der Sarkome durch Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
120. Pfahler, Inoperables, primäres Karzinom der Brust. Einige gute Resultate durch Röntgenbestrahlungen. New-York Med. journ. 1913, Nr. 17.
121. Pfahler, Die Behandlung von uterinen Blutungen mit Röntgenstrahlen. Ref.: Zentralbl. 1913, S. 1305.
122. Polano, Ein Kasten zur Entwicklung der Kienböckfilms bei Tageslicht. Strahlentherapie, Bd. 3, Heft 2.
123. W. A. Pusey, Was kann mit Röntgenstrahlen bei Krebs erreicht werden? Journ. amer. med. assoc. 1913, Bd. 61, S. 552.
124. Regaud u. Nogier, Die Einwirkung hoher X-Strahlendosen, welche durch Filtration durch eine 3 und 4 mm dicke Aluminiumschicht gehärtet werden, auf die Haut und ihre Anwendung in der Röntgentherapie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 733.
125. Rominger, Klinische Erfahrungen über die Hautschädigungen bei gynäkologischer Tiefentherapie mit schwach gefilterten Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 665.
126. Rosenstein, Zur Behandlung der Myome. Monatsschr. für Geb. u. Gyn., Heft 37, S. 255.
127. Rost u. Krüger, Experimentelle Untersuchgn. zur gynäkologischen Tiefentherapie. Strahlentherapie, Bd. 2, S. 314.
128. Rüder, Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 103.
129. Ruß, Die im tierischen Gewebe entstehenden Sekundärstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 3, S. 308.
130. Salzmann, Untersuchungen über den Ersatz radioaktiver Substanzen durch Röntgenstrahlen bei der Tiefentherapie. Deutsche med. Wochenschrift 1913, S. 2557.
131. H. E. Schmidt, Zur Technik und Pathologie der gynäkologischen Röntgenbehandlung. Gyn. Rundschau 1913, S. 277.
132. H. E. Schmidt, Spätschädigungen der Haut und innerer Organe nach therapeutischer Röntgenbestrahlung. Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 1553.
133. H. E. Schmidt, Die Unzulänglichkeit der üblichen Schutzvorrichtungen in den Röntgeninstituten Strahlentherapie, Bd. 3, H. 2.
134. Schwarz: Der Wachstumsreiz der Röntgenstrahlen auf pflanzliches und tierisches Gewebe. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2165.
135. G. Schwarz: Zur Frage des wirksamen Prinzips biochemischer Strahlenreaktionen. Berliner klin. Wochenschr. 1913, S. 396.
136. Seefeldt: Die klinischen Erfolge der mehrstelligen Filterbestrahlung in der Gynäkologie. Diss. Freiburg 1913.
137. Seeligmann: Über ein erfolgreiches Heilverfahren bei einem Sarkom (Rezidiv) des Eierstocks, das die Wirbelsäule ergriffen hatte. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 12.
138. Seeligmann: Die kombinierte Chemo- und Röntgentherapie maligner Geschwülste. Deutsche med. Wochenschr. 1913, S. 1310.



139. Seeligmann, Die Beeinflussung des inoperablen Uteruskarzinoms mit Strahlen- und intravenöser Therapie. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1884.

140. Th. Seitz, Weitere Erfolge der gynäkologischen Radiotherapie. Diss. Freiburg 1913.

141. Sellheim, Neue Wege zur Steigerung der zerstörenden Wirkung der Röntgenstrahlen auf tiefliegende Geschwülste. Münch. medizin. Wochenschr. 1913, S. 2266.

142. v. Seuffert, Die gynäkologische Röntgentherapie. Strahlentherapie. Bd. 2, S. 714.

143. v. Seuffert, Die Erfahrungen der Kgl. Univ.-Frauenklinik München (Döderlein), mit dem Mesothorium und Röntgenbehandlung der Uteruskarzinome, Strahlentherapie. Bd. 2, S. 729.

144. Sigwart, Über die Rückbildung der Blasenveränderungen bei bestrahltem Kollumkarzinom. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1645.

145. Simonson, Die schmerzstillende Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen. Strahlentherapie. Bd. 2, S. 192.

146. Sippel, Die Behandlung der Uterusmyome mit Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 2226.

147. Siredey, Die Radiotherapie der Uterusfibrome, Revue de gynaecol. et de chirurg. abdom. 1913, Bd. 2.

148. M. Paula Sommer, Über die Ovarialveränderungen bei Mäusen und Kaninchen nach Cholininjektionen. Strahlenth. Bd. 3, Heft 2.

149. Stern, Röntgentherapie der Uterusmyome der Meno- und Metrorrhagien. Americ. journ. of obst. and. dis. of w. and children 1913 i. Juni.

150. Stöckel, Die Strahlentherapie i. d. Gynäkologie. Med. Klinik 1913, Nr. 50.

151. Strauß, Strahlentherapie, Med. Klinik 1913, S. 143, 184, 876, 2080 und 2123.

152. Verhandlungen der 85. Vers. deutscher Naturforscher und Ärzte. Zentr. f. Gyn. 1913, Nr. 41.

153. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie in Halle. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 889.

154. Verhandlungen des vierten internationalen Kongresses für Physiotherapie in Berlin. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 601.

155. Verhandlungen des neunten Röntgenkongresses in Berlin. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 645.

156. Verhandlungen des internationalen medizinischen Kongresses in London. Zentralbl. f. Gyn. 1913, S. 1435.

157. Verhandlungen der Berliner Med. Gesellschaft. Münch. med. Wochenschr. 1913, S. 1235.

158. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Geb.-H. und Gyn. v. 13. 12. 1912. Zeitschr. f. Geb.-H. und Gyn. Bd. 73, S. 314.

159. Verhandlungen der Münchner Gynäkol. Gesellschaft am 23. 1. 1913 und 13. 3. 1913. Monatsschrift f. Geb.-H. und Gyn. Bd. 37, S. 705. Bd. 38, S. 218.

160. Verhandlungen der Breslauer Gynäkol. Ges. v. 21. 1. 1913. Monatsschr. f. Geb.-H. und Gyn. Bd. 37, S. 510.

161. Verhandlungen der Bayrischen Gynäkologischen Gesellschaft v. 9. 2. 1913. Monatsschr. f. Geb.-Hilfe und Gyn. Bd. 37, S. 855.

162. Verhandlungen der Gynäkologischen Gesellschaft Dresden v. 16. 1. 1913.

163. Verhandlungen der geburtshilflichen Ges. in Hamburg v. 4. 3. und 18. 3. 1913. Zentralbl. f. Gynäk. 1913, S. 741 und 814. — Verhandlungen v. 8. 4. 1913. Med. Klinik 1913, S. 1141.

164. Verhandlungen des Hamburger Ärztevereins v. 25. 2., 11. 3. und 3. 6. 1913. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 27 u. S. 2227, 1913.

165. Verhandlungen der Nordostdeutschen Gesellschaft für Gynäkologie a. 1. 2. und 28. 6. 1913. Monatsschr. f. Geb.-H. u. Gyn. Bd. 37, S. 527.

166. Verhandlungen des Ärztlichen Vereins Marburg am 28. 6. 1913. Med. Klinik 1913, Nr. 38.

167. Verhandlungen des Posener Ärztevereins vom 14. 10. 1913. Med. Klinik 1913, S. 1959.

168. Verhandlungen der Gesellschaft für Geb.-Hilfe u. Gynäkol. i. Köln v. 8. 6. 1913. Monatsschr. f. Geb.-H. und Gynäkol. Bd. 38, S. 329.

169 Verhandlungen der Mittelrheinischen Gesellschaft für Geb.-H. und Gynäkologie v. 17. 11. 1912 und 16. 2. 1913. Monatsschr. für Geb.-H. u. Gynäkologie, Bd. 37, S. 370 u. Bd. 38, S. 393.

170. Voigts, Mesothorium als Röntgenstrahlenersatz in d. Gynäkologie. Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 22.

171. Walter, Die Röntgenschutzwirkung des Bleies und einiger anderer Stoffe. Strahlentherapie Bd. 3, Heft 2.

172. Weitzel, Erfahrungen mit der Röntgentiefentherapie. Strahlentherapie III, 1.

173. Werner, Erfahrungen mit den chemisch-physikalischen Behandlungsmethoden des Krebses im Samariterhause. Med. Wochenschr. 1913, Nr. 38.

174. Werner, Die Radiotherapie der Geschwülste, Strahlentherapie. Bd. 2, S. 614.

175. Westermayer, Radiumtherapie i. d. Gyn. Diss. Freiburg 1913.

176. Wickham, Degrais, Bellot, Über die Einwirkung des Radiums auf gewisse hypertrophische Veränderungen der Epidermis, Strahlentherapie. Bd. 3, Heft 2.

177. L. Wickham, Allgemeine histologische Veränderungen der Gewebe unter dem Einfluß der Strahlenwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 1913, S. 1006 und 1058.

178. Wolze u. Pagenstecher, Erfolgreiche Behandlung eines inoperablen Mandelsarkoms mit Kuprase und Röntgenstrahlen. Münch med. Wochenschr. 1913, S. 1036.

179. v. Zeynek, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Thermopenetration oder Diathermie. Strahlentherapie Bd. 3, Heft 1.

Aus der medizinischen Universitäts-Poliklinik Bonn (Direktor Professor Dr. Paul Krause).

Beiträge zur Kenntnis der Filterwirkung.

Experimentelle Studien über filtrierte Röntgenstrahlen.

Von

Dr. **Alexander Hörder**, früherem 1. Assistenten der Poliklinik,
jetzigem II. Arzt an Dr. Schorlemmers Sanatorium für Magen-, Darm- und Stoffwechselkrankheiten in Godesberg am Rhein.

Es ist heute bekannt, daß ein Röntgenstrahlenbündel sich zusammensetzt aus harten, mittelharten, mittelweichen und weichen Strahlen. Wir wissen, daß die Durchdringungskraft der harten Strahlen eine bedeutend größere ist, als die der drei anderen Strahlensorten, und daß den weichen Strahlen diese am geringsten innewohnt. — Die Röntgenstrahlenwirkung ist dem entsprechend auch eine verschiedene. Während den harten Strahlen die Eigenschaft zukommt, vermöge ihrer größeren Durchdringungskraft in die Tiefe eines Körpers zu gelangen, ist die Wirkung der weichen mit ihrem geringeren Durchdringungsvermögen nur eine rein oberflächliche. —

Diese Eigenschaften der Röntgenstrahlen hat man sich nun zunutze gemacht, indem man in den Fällen, wo es sich um ein oberflächliche Hautwirkung handelt, die weichen Strahlen benutzte, während man für tieferliegende Partien, für Zwecke der sogenannten Röntgentiefentherapie, sich mehr an die harten Strahlen hielt. Benutzte man nun hierbei die Röntgenstrahlen in toto, ließ also auch die weichen Strahlen mit auf die betreffende Hautstelle oder den betreffenden Körperteil einwirken, so zeigten sich gar bald unangenehme Wirkungen, die uns heutzutage als „Röntgenschäden" allgemein bekannt sind und die zu vermeiden und umgehen mit die vornehmste Aufgabe des Röntgentherapeuten sein muß. Der alte Satz „Nil nocere" kann bei allen röntgentherapeutischen Vornahmen nicht oft genug wiederholt werden. Will man nun eine von Erfolg begleitete Wirkung für die Tiefe durch die Röntgenstrahlen erzielen, so ist man gezwungen, diese längere Zeit hindurch und mit großer Intensität auf den betreffenden Körperteil einwirken zu lassen.

Um zu nutzen und doch nicht zu schaden, mußten also Mittel und Wege gefunden werden, die Wirkung der unangenehmen, für die oberflächliche Haut mit Schädigungen verbundenen weichen Strahlen auszuschalten. Hier konnte man auf zweierlei Wegen vorgehen, entweder man fing aus dem Röntgenstrahlengemisch diese weichen Strahlen ab, man filtrierte es, oder aber man machte die betreffende Hautpartie, durch die die Röntgenstrahlen ihren Weg nehmen sollten, für die weichen Strahlen unempfindlich, nicht aufnahmefähig. Hierbei konnte man sich die Eigenschaft des Körpergewebes zunutze machen, da das mit geringerem Stoffwechsel auch geringere Empfindlichkeit gegenüber den Röntgenstrahlen zeigt. Dieses Vorgehen bezeichnet man als „Desensibilisierung der Haut". — So konnte H. E. Schmidt feststellen, daß durch Kompression der Haut die Empfindlichkeit dieser fast um das Doppelte herabgesetzt wurde und es ihm in einigen Fällen möglich war, eine doppelte Erythemdosis zu geben. — Er hatte zu diesem Zwecke eine trichterförmige Blende aus stark verbleitem Zinkblech konstruiert, die durch Druck auf die betreffende Körperpartie die gewünschte Wirkung hervorbrachte. Für die Bestrahlung von Gelenken empfahl er die Kompression mittels Stauung als sehr zweckmäßig.

Nebenbei sei an dieser Stelle erwähnt, daß man auch in entgegengesetzter Richtung vorgegangen ist, d. h. daß man durch entsprechende Maßnahmen den Stoffwechsel in dem be-



treffenden Körperteil auch zu erhöhen versucht hat, um die Einwirkung der Röntgenstrahlen zu verstärken. Dieser als „Sensibilisierung" bezeichnete Vorgang hat sich bei der Bestrahlung von Hautkarzinomen als vorteilhaft erwiesen. Um bei der Bestrahlung innerer Organe eine stärkere Hyperämie zu erzielen, sind ferner Medikamente angewendet worden und soll man z. B. bei tuberkulösen Prozessen durch gleichzeitige Anwendung von Tuberkulin gewisse Vorteile erzielt haben.

Ähnliche Beobachtungen wie Schmidt machte auch Schwarz, der gleichfalls unter Druck keine Hautreaktion nachweisen konnte, wie an den betreffenden Kontrollstellen und so das Doppelte bis das Dreifache der Dosis geben konnte.

Andere Versuche, die zu durchdringende Hautoberfläche für Röntgenstrahlen unempfindlich zu machen, bzw. in ihrem Stoffwechsel herabzusetzen, stammen von Reicher und Lenz. Diese gingen so vor, daß sie vor den Bestrahlungen in die zu schützende Hautpartie eine Mischung von Adrenalin 1:1000 und $^1/_2$ $^0/_0$iges Novokain in physiologischer Kochsalslösung einspritzten, bis das betreffende Gewebe deutlich abblaßte. — Sie konnten auf diese Weise täglich mindestens eine Erythemdosis applizieren. — Als Maximum stellten sie ferner fest, daß die so anämisierte Haut bei weicher Strahlung zirka die doppelte Erythemdosenzahl, bei harter sogar die dreifache einige Wochen hindurch vertragen kann. Nach ihrer Ansicht ist die weniger durchblutete Haut nicht nur weniger empfänglich für die Röntgenstrahlen, sondern absorbiert diese auch weniger, so daß sie auf der anderen Seite den zu behandelnden tiefen Teilen wieder mehr zugute kommt. — Die von Reicher gemachten Erfahrungen fanden ihre Bestätigung durch die Versuche von F. M. Meyer. — Letzterer möchte hierbei dem Adrenalin selbst noch eine gewisse Rolle zuschreiben, indem dieses Nekrose erzeugend wirken soll.

Anders ist es nun, wenn man in den Gang der Röntgenstrahlen, bevor sie auf die Haut auftreffen, ein Filter einschiebt. In diesem Falle kommen die für die Oberfläche schädlichen Strahlen erst gar nicht mit dieser in Berührung, werden vorher durch das Filter von der Haut zurückgehalten. — Wenn auch durch die Filter neben diesem Zurückhalten der weichen Strahlen eine gewisse Härtung an sich herbeigeführt wird — v. Jacksch konnte nachweisen, daß z. B. durch ein 1 mm dickes Aluminiumfilter der Härtegrad um zwei Wehnelt-Grade erhöht wird — so ist doch der schließlich resultierende Härtegrad zum großen Teil von der Härte der Strahlen selbst vor der Filtration abhängig. Die Strahlen sind um so härter, je härter die Röhre ist. — Als ein der menschlichen Haut ähnliches oder fast gleiches Medium wurde von einigen Autoren, wie von H. E. Schmidt und Belot, das Leder empfohlen, jedoch wurde durch dieses die Strahlung qualitativ nur sehr wenig verändert, und äußert sich mehr durch seinen verhältnismäßig hohen Absorptionskoeffizienten. — Einfaches Sohlenleder verwandte auch R. Morton, welches er neben Leinen gebrauchte, das mit Bariumsulfat, kohlensaurem Wolfram oder wolframsaurem Natrium gesättigt war. Von Fürst wurde ein Schutzverband bei der Lichtbehandlung der Hautkrankheiten angegeben, der in der Hauptsache aus Bleifolienleukoplast bestand. — Als etwas besser wirkendes Filtermaterial erwies sich das Glas, das von Schmidt und Belot benutzt wurde. — Nach letzterem soll es ohne großen eigenen Absorptionskoeffizienten den größten Teil der penetrierenden Strahlen durchtreten lassen. — Nicht so günstig wie das Glas erwies sich das seinerzeit von Paul Krause angegebene Stanniolpapier, das bleihaltig in mehreren Lagen in einem Wachstuch, abwaschbarem Gummistoff oder Billrothbatist verwendet werden sollte. — Ähnlich erging es dem Silber, das von v. Jacksch in einer Stärke von 0,02 mm empfohlen wurde. Auch das Silber absorbierte einen großen Teil der Strahlen in ihrer Gesamtheit und gab deshalb eben einen guten Hautschutz ab (nach H. E. Schmidt).

Als zweckmäßigstes Filtermaterial hat sich allen Autoren immer noch das Aluminium erwiesen. Während in einer Stärke von 10 mm fast 93 $^0/_0$ aller Strahlen absorbiert werden, eine solche Stärke sich also praktisch als wenig verwendbar erwiesen hat, hat man mit den

geringeren Stärken von 5 mm ab nach abwärts recht gute Filterresultate erzielen können. — Diese Stärken gestatteten eine Steigerung der Dosis um $^1/_4$ bis $^1/_5$. — Aluminium ist mithin das hauptsächlichste Filtermaterial der Gegenwart geworden, denn neben der an und für sich auch bestehenden Absorptionsfähigkeit verändert das Aluminium auch die Qualität der Strahlen, welche durch die Anwendung der Filter härter gemacht werden. Nebenbei ist hier zu bemerken, daß es zu empfehlen ist, das Aluminium nicht direkt auf die Haut zu applizieren, da von dem Aluminium Sekundärstrahlen ausgehen, die in unmittelbarer Nähe der Haut diese stärker beeinflussen können als die tieferliegenden Organe. Im allgemeinen empfiehlt es sich, das Aluminium desto stärker zu wählen, je tiefer das zu behandelnde Organ gelegen ist. Die allgemeinen gebräuchlichen Stärken belaufen sich auf zirka 1—3 mm. Letztere haben besonders die Gynäkologen verwendet, die mit ihnen bei Myomen und präklimakterischen Blutungen gute Wirkungen gesehen haben. Bei subkutanen Läsionen werden Aluminiumfilter in der Stärke von 1 mm benutzt, während bei Hautaffektionen solche von $^2/_{10}$ bis $^3/_{10}$ mm Dicke in Anwendung kommen. — Bei den therapeutischen Bestrahlungen, die wir in der medizinischen Poliklinik ausführten, verwendeten wir neben einem einfachen Lederlappen fast stets Aluminiumfilter von $^3/_4$ mm Stärke. Irgendwelche Hautschädigungen haben wir dabei nie auftreten sehen. Die Höhe der gegebenen Dosis wurde dabei in der Regel durch das Holzknecht-Sabouraud-Noirésche Meßinstrument festgestellt. Nur in einzelnen Fällen gebrauchten wir das Qualimeter von Kienböck.

Ich habe nun eine größere Anzahl von weißen Mäusen einer ausgiebigen Bestrahlung unterworfen und dabei Filter von verschiedenem Metall und verschiedener Stärke benutzt. Ich habe dabei festzustellen versucht, durch welches Metall und bei welcher Stärke unter möglichst geringer Gesamtabsorption die die Lebensfähigkeit der Mäuse verändernden Röntgenstrahlen am ausgiebigsten beeinflußt und verändert werden konnten.

So verwendete ich Aluminiumfilter von $^1/_2$, $^3/_4$ und 1 mm Dicke und Silber-, Kupfer- und Eisenfilter von je $^1/_2$ mm Stärke. Ferner erhielten die Mäuse bei ihrer Bestrahlung verschieden hohe Dosen. So erhielten drei Mäuse (XXXIV, XXXV, XXXVI) bei einem Filter von einem $^1/_2$ mm Stärke je zwei Erythemdosen und drei weitere (XXXI, XXXII, XXXIII) drei Erythemdosen. Von den Mäusen, die bei einem Filter von $^3/_4$ mm Aluminium bestrahlt wurden, bekamen zwei (V und XIII) je drei Erythemdosen, zwei weitere (XIV und XV) je vier Erythemdosen und ferner drei (XVI, XVII und XVIII) je fünf Erythemdosen. — Von den Mäusen, denen ein Schutz durch ein 1 mm starkes Aluminiumfilter zuteil wurde, erhielten drei (XXII, XXIII, XXIV) vier Erythemdosen und drei weitere (XIX, XX, XXI) fünf Erythemdosen. Die Mäuse, die durch ein anderes Metallfilter bestrahlt wurden, so durch ein $^1/_2$ mm Silberfilter (XXXVII, XXXVIII, XXXIX), $^1/_2$ mm Kupferfilter (XL, XLI, XLII), $^1/_2$ mm Eisenfilter (XLIII, XLIV, XLV) erhielten je zwei Erythemdosen. Zur Feststellung der Wirkung, welche die unfiltrierten Röntgenstrahlen überhaupt auf die Mäuse ausüben, erhielten drei Mäuse (VII, VIII, IX) je eine, drei Mäuse (X, XI, XII) zwei und schließlich drei Mäuse (I, II, III) je drei Erythemdosen.

Verwendet wurden zu den Bestrahlungen nur Müller-Röhren mit Wasserkühlung, und zwar neben den mit Glimmer- und Platin-Regeneriervorrichtungen („alte Müllerröhre") solche mit der sehr praktischen Modifikation von Bauer der Luftregenerierung, („neue Müllerröhre").

Zur Feststellung, wieviel von den Strahlen bei dem Durchgang durch das betreffende Filter zurückgehalten würde, wurde sowohl vor wie hinter dem Filter die Strahlenenergie mit Sabouraud-Noiréschem Dosimeter gemessen.

Diese Feststellungen hatten folgende aus der Tabelle I zu ersehenden Ergebnisse.



Tabelle I.

Nr.	Röhre	Filter	Zeit	ohne Filter	mit Filter	% Verlust
1	Alte Müller-Röhre	1/2 mm Aluminium	15 Min.	4 1/2 H = 9 x	3 1/2 H = 7 x	22,2 %
2	" " "	3/4 " "	10 "	1 4/5 H = 3 3/5 x	1 H = 2 x	44,4 %
3	Neue " "	3/4 " "	10 "	3 1/2 H = 7 x	2 H = 4 x	42,8 %
4	" " "	3/4 " "	5 "	1 3/4 H = 3 1/2 x	1 H = 2 x	42,5 %
5	" " "	1 " "	10 "	3 1/2 H = 7 x	1 H = 3 1/2 x	50,0 %
6	" " "	1 " "	15 "	5 1/4 H = 10 1/2 x	2 H = 4 1/2 x	57,1 %
7	" " "	1/2 " Silber	15 "	5 1/4 H = 10 1/12 x	1 H = 1 x	90,4 %
8	" " "	1/2 " "	30 "	10 1/2 H = 21 x	1 H = 2 x	90,4 %
9	" " "	1/2 " Kupfer	15 "	5 1/4 H = 10 1/2 x	ca. 1 H = 2 x	80,9 %
10	" " "	1/2 " Eisen	10 "	3 1/2 H = 7 x	3/4 H = 1 1/2 x	78,5 %
11	Alte " "	1/2 " "	10 "	4 1/2 H = 9 x	3/4—1 H = 1 1/2—2 x	77,7 %

Beim Vergleich der Metalle untereinander ergab sich also zunächst, daß durch das Aluminium in einer Stärke von 1/2 mm am wenigsten Strahlen absorbiert wurden — nur 22,2 % — ihm folgte das Eisen mit 77,7 %, das Kupfer mit 80,9 % und schließlich das Silber mit 90,4 %.

Neben der Filterwirkung, die hierbei den einzelnen Metallen zukommt, spielt jedoch auch die Absorptionsfähigkeit eine gewisse Rolle. Silber, Kupfer und Eisen wiesen hierbei eine recht hohe Absorption auf und sind daher auch aus diesem Grunde für Filterzwecke als wenig brauchbar zu bezeichnen. Beim Vergleich der einzelnen Aluminiumstärken untereinander zeigte sich, daß das 3/4 mm-Aluminiumfilter ungefähr die doppelte Absorptionsfähigkeit aufwies wie das 1/2 mm-Aluminiumfilter (42,5 %—44,4 %: 22,2 %), während der Übergang zu einem 1 mm starken Aluminiumfilter sich nur um 6—13 % verschob (auf 50 % bezw. 57 %).

Die Härte der Röhre betrug bei all diesen vergleichenden Versuchen zirka 7—8 der Walter-Skala und zeigte das Milliampèremeter einen Ausschlag von 2—4. Bei den oft erforderlichen recht langen Bestrahlungen erwiesen sich gerade die Müllerröhren mit ihrer Wasserkühlung und der angebrachten Luftfernregenerierung als sehr brauchbar, da diese stets ohne Unterbrechung der Bestrahlungen eine Regenerierung ermöglichte und längere Zeit im Betrieb gehalten werden konnte.

Als Apparat diente bei den Bestrahlungen ein Idealapparat und zwar bei den ersten 24 Mäusen ein Modell von Reiniger, Gebbert & Schall, bei den übrigen ein Modell von Siemens & Halske.

Im folgenden gebe ich nun eine Übersicht über die einzelnen Versuchsreihen und Anordnungen. Tabelle II gibt die Bestrahlungsfolgen ohne Filter, Tabelle III die mit den verschiedenen Aluminiumfiltern und schließlich Tabelle IV die mit den anderen Metallfiltern.

Tabelle II.

Bestrahlungsfolgen Nr. 1—3 ohne jegliches Filter.

Bestrahlungsfolge	Nr. der Maus	Anfangsgewicht	Bestrahlung					Verhalten nach der Bestrahlung							Bemerkungen
			Tag	Filter	Zeit	Gesamtdosis	Dosis auf 1 g Körpergewicht	Durchfall	Gesträubte Haare	Exitus	Lebensdauer einzeln	Lebensdauer in der Gruppe	Leichengewicht	Gewichtsverlust	
1.	VII	16,0	7. V.	nein	15 Min.	1 E.D.	2/3 x	nein	nein	nein	—	—	—	—	—
	VIII	15,3	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	—	—	—
	IX	14,9	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	—	—	—
2.	X	9,5	7. V.	nein	30 Min.	2 E.D.	2,1 x	nein	nein	10. V.	4 Tg.	—	9,3	0,2	[1]) s. unten
	XI	14,6	"	"	"	"	1,4 x	"	Ausfall [1])	13.VII. [2])	66 "	—	—	—	[2]) wurde totgebissen
	XII	15,1	"	"	"	"	1,3 x	"	nein	16. V.	10 "	—	12,5	2,6	
3.	I	17,5	28. IV.	nein	45 Min.	3 E.D.	1,7 x	nein	ja	4. V.	7 Tg.	6,6	14,2	3,3	
	II	16,9	"	"	"	"	1,8 x	"	"	6. V.	9 "		13,8	3,1	
	III	12,5	"	"	"	"	2,4 x	"	"	1. V.	4 "		10,2	2,3	

1. Bestrahlungsfolge.

Maus VII, VIII und IX erhielten je eine Erythemdose ohne Filter mit alter Müllerröhre. Härte 7—8 Walterskala. Ausschlag des Milliampèremeters 2—4. Dauer der Bestrahlung: 15 Minuten. Bestrahlungstag: 7. Mai. Maus VII wog 16 g, Maus VIII 15,3 g und Maus IX 14,9 g. Sie wiesen bei der Bestrahlung keinerlei abnormes Verhalten auf. Sie verhielten sich ruhig, fraßen in der Folgezeit gut, bekamen keine Durchfälle und lebten noch drei Monate nach dem Bestrahlungstage, ohne wesentlich an Gewicht ab- oder zugenommen zu haben.

2. Bestrahlungsfolge.

Maus X, XI und XII erhielten je zwei Erythemdosen ohne Filter unter den gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 30 Minuten. Bestrahlungstag: 7. Mai.

Maus X. Gewicht 9,5 g, bekommt zwei Tage nach der Bestrahlung starken Durchfall, sitzt beständig auf einem Fleck, verhält sich sehr apathisch, frißt wenig, hält die Augen geschlossen. In der Nacht zum dritten Tage (10. Mai) erfolgte der Exitus. Das tote Tier wog nur 9,3 g, hatte also 0,2 g an Gewicht verloren. Die Leber wog 0,6 g. An den inneren Organen konnte kein makroskopisch-pathologischer Befund erhoben werden.

Maus XI. Gewicht 14,6 g, zeigt nach der Bestrahlung ein gutes Verhalten, ist am ersten Tage wohl etwas apathisch, erholt sich aber in kurzer Zeit wieder, läuft in ihrem Käfig herum, frißt gut. 23 Tage nach der Bestrahlung — also am 30. Mai — zeigt sich eine eigentümliche Kahlheit in der Gegend um die Augen, die in den folgenden Tagen und Wochen weiter fortschreitet und fast die vordere Hälfte des Rückens einnimmt. Die Maus ist dabei recht vergnügt. Sie konnte nur zwei Monate und fünf Tage beobachtet werden, da sie in der Nacht vom 12. zum 13. Juli von ihren Mitmäusen totgebissen worden war und diese sie zum Teil aufgefressen hatten.

Maus XII. Gewicht 13,1 g, entzog sich am vierten Tage durch Entschlüpfen aus dem Käfig der Beobachtung, wurde jedoch am neunten Tage wieder eingefangen. Kurze Zeit darauf Exitus. Die tote Maus wog nur 12,5 g, das Gewicht der Leber betrug 0,85 g. Die parenchymatösen Bauchorgane zeigten makroskopisch ein etwas anämisches Aussehen, jedoch konnte nichts besonderes Pathologisches an ihnen nachgewiesen werden.

3. Bestrahlungsfolge.

Maus I, II und III erhielten je drei Erythemdosen ohne Filter mit alter Müllerröhre unter den gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 45 Minuten. Bestrahlungstag: 28. April.

Maus I. Gewicht 17,5 g. Am zweiten Tage nach der Bestrahlung (30. IV.) ist das Tier noch recht lebhaft und frißt gut. Die Haare zeigen dabei ein eigentümlich gesträubtes Aussehen. Am 2. V. bleibt die Maus beständig an einer Stelle sitzen und frißt schlecht. Am 3. V. ist das Tier nicht mehr von seiner Stelle zu bewegen. Stark beschleunigte Atmung. In der Nacht vom 4. zum 5. Mai Exitus. Bei der Sektion hatte das Tier nur ein Gewicht von 14,2 g, mithin ein Gewichtsverlust von 3,3 g. An den inneren Organen der Brust- und Bauchhöhle ist keine direkte Todesursache makroskopisch nachweisbar. Das Gewicht der Leber betrug 1,0 g. Die Milz war lang und schmal.

Maus II. Gewicht 16,9 g, verhält sich eine Woche lang nach der Bestrahlung normal, frißt gut und zeigt keinerlei Besonderheiten. Am achten Tage jedoch merkt man ihr ein gewisses Kranksein an. Sie wird apathischer, sitzt zusammengekauert beständig in einer Ecke. Die Augen sind geschlossen. Die Haare sträuben sich. Die Atmung erscheint dabei beschleunigt, das Tierchen zittert. In der Nacht zum neunten Tage (6. Mai) erfolgt der Exitus. Die Sektion ergab für die Maus ein Gewicht von 13,8 g. Sie hatte also 2,1 g an Gewicht verloren. Makroskopisch fanden sich nur an der Leber einige Veränderungen in Gestalt verschie-





dener kleinerer gelber Pünktchen. Das Gewicht der Leber betrug 0,8 g. An den übrigen Organen war nichts Pathologisches nachweisbar.

Maus III. Gewicht 12,5 g, zeigte schon am dritten Tage nach der Bestrahlung (am 30. IV.) ein krankhaftes Aussehen Das Tierchen sitzt in sich zusammengesunken da, die Haare zeigen ein eigentümliches, gesträubtes Aussehen. In der Nacht zum vierten Tage (1. V.) erfolgte der Exitus. Bei der Sektion hatte die Maus ein Gewicht von 10,21 g, mithin Gewichtsverlust von 2,3 g. An den inneren Organen der Brust- und Bauchhöhle konnte keine direkte, makroskopisch sichtbare Todesursache nachgewiesen werden. Die Leber erschien groß, Gewicht 0,5 g. Die Milz klein.

Tabelle III.

Bestrahlungsfolgen Nr. 4—10 mit Aluminiumfiltern.

Bestrahlungsfolge	Nr. der Maus	Anfangsgewicht	Bestrahlung: Tag	Filter	Zeit	Gesamtdosis	Dosis auf 1 g Körpergewicht	Verhalten nach der Bestrahlung: Durchfall	Gesträubte Haare	Exitus	Lebensdauer: einzeln	in der Gruppe	Leichengewicht	Gewichtsverlust	Bemerkungen
4.	XXXIV.	16,2	14. VI.	0,5 mm Aluminium	43 Min.	2 E.D.	1,2 x	ja	nein	22. VI.	9 Tg.	8,3	9,8	6,4	—
	XXXV.	13,2	„		„	„	1,5 x	„	„	23. VI	10 „		9,7	3,5	—
	XXXVI.	15,9	„		„	„	1,2 x	„	ja	19. VI.	6 „		9,9	6,0	—
5.	XXXI.	20,1	14. VI		64 Min.	3 E.D.	1,4 x	ja	—	22. VI.	9 Tg.	7,0	14,7	5,4	—
	XXXII.	16,0	„		„	„	1,8 x	„	—	21. VI.	8 „		10,8	5,2	—
	XXXIII.	14,6	„		„	„	2,0 x	„	ja	17. VI.	4 „		10,9	3,7	—
6.	V.	12,5	6. V.	0,75 mm Aluminium	75 Min.	3 E.D.	2,4 x	nein	nein	13. VII	—	—	—	—	wurde totgeb.
	VI.	13,8	„		„	„	2,1 x	„	„	—	—	—	—	—	entwich am 4. Tag aus dem Käfig
	XIII.	16,2	16. V.		85 Min.	„	1,8 x	„	„	23. V.	8 Tg.	—	11,7	4,5	—
7.	XIV.	15,6	16. V.		1 Std. 59 Min.	4 E.D.	2,5 x	ja	nein	20. V.	5 Tg.	4,0	11,0	4,6	—
	XV.	14,0	„		„	„	2,8 x	„	„	18. VI.	3 „		10,8	3,2	—
8.	XVI.	17,2	16. V.		2 Std. 14 Min.	5 E.D.	2,9 x	ja	ja	20. V.	5 Tg.	4,8	12,7	4,5	—
	XVII.	14,0	„		„	„	3,5 x	„	„	20. V.	5 „		9,6	4,4	—
	XVIII.	17,0	„		„	„	2,9 x	„	„	19. V.	4 „		12,6	4,4	—
9.	XXII.	17,9	25. V.	1 mm Aluminium	1 Std. 49 Min	4 E.D.	2,2 x	ja	ja	30. V.	6 Tg.	6,6	13,3	4,6	—
	XXIII.	13,1	„		„	„	3,0 x	nein	„	1. VI.	8 „		10,1	3,0	—
	XXIV.	13,0	„		„	„	3,0 x	ja	„	30. V.	6 „		9,2	3,8	—
10.	XIX.	15,6	21. V.		2 Std. 23 Min.	5 E.D.	3,2 x	ja	ja	25. V.	5 Tg.	5,6	11,6	4,0	—
	XX.	14,4	„		„	„	3,4 x	„	„	26. V.	6 „		10,6	3,8	—
	XXI.	13,9	„		„	„	3,6 x	„	„	26. V.	6 „		10,2	3,7	—

4. Bestrahlungsfolge.

Maus XXXIV, XXXV und XXXVI erhielten je zwei Erythemdosen durch ein 0,5 mm Aluminiumfilter. Benutzt wurde hier die neue Müller-Röhre mit Luftregeneriervorrichtung unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 43 Minuten. Bestrahlungstag: 14. Juni.

Maus XXXIV. Gewicht 16,2 g, verhielt sich 6 Tage hindurch leidlich, bekam am 7. Tage Durchfall und verstarb am 9. Tage (22. VI). Bei der Sektion wog sie 9,8 g, also 6,4 g Gewichtsverlust. Die Leber hatte ein Gewicht von 0,7 g. Sonst nichts Besonderes.

Maus XXXV. Gewicht 13,2 g, lebte einen Tag länger als die vorhergehende bis zum 23. Juni. Sektionsgewicht: 9,7 g, Gewicht der Leber 0,6 g. Am Dünndarm konnten die Zeichen eines starken Katarrhs nachgewiesen werden.

Maus XXXVI. Gewicht 15,9 g, verbrachte 5 Tage nach der Bestrahlung ohne jegliche Einbuße ihrer Lebensfähigkeit, Freßlust und Lebhaftigkeit. Vom 6. Tage ab (19. VI.) zeigte auch sie ein apathisches Verhalten, die Haare sträubten sich, es bestand Durchfall. Am 20. VI.

exitus. Sektionsgewicht 9,9 g, mithin 6,0 g Gewichtsverlust. Gewicht der Leber: 0,8 g. Makroskopisch fand sich ferner eine starke Blähung des Magens, Duodenums und Dünndarms mit reichlicher Gasbildung und stellenweiser starker Injektion.

5. Bestrahlungsfolge.

Maus XXXI, XXXII und XXXIII erhielten je drei Erythemdosen durch ein 0,5 mm Aluminiumfilter mit neuer Müller-Röhre unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 64 Minuten. Bestrahlungstag: 14. Juni.

Maus XXXI. Gewicht 20,1 g, bekam am 6. Tage nach der Bestrahlung Durchfall und verendete am 9. Tage (22. VI.). Bei der Sektion hatte sie ein Gewicht von 14,7 g. Die Leber wog 0,8 g.

Maus XXXII. Gewicht 16,0 g, bekam am 7. Tage sehr starken Durchfall und verendete am 8. Tage (21. VI.). Bei der Sektion wog sie 10,8 g, mithin 3,2 g Gewichtsverlust. Die Leber zeigte ein Gewicht von 0,8 g. Der Dünndarm erschien gelblich braun und war mit einer gleichfarbigen dünnschleimigen Flüssigkeit angefüllt. Sonst kein makroskopisch nachweisbarer Befund.

Maus XXXIII. Gewicht 14,6 g, verhielt sich schon am 3. Tage nach der Bestrahlung sehr apathisch, zeigte wieder das sehr charakteristische Aussehen der gesträubten Haare. Durchfälle waren hier nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Am 4. Tage erfolgte der Exitus. Sektionsgewicht: 10,9 g, also 3,7 g Gewichtsabnahme. Die Leber wog 0,7 g. Die Milz zeigte nichts Besonderes, es konnten makroskopisch keinerlei Veränderungen nachgewiesen werden.

6. Bestrahlungsfolge.

Maus V, VI und XIII erhielten je drei Erythemdosen durch ein 0,75 mm starkes Aluminiumfilter.

Maus V, 12,5 g und Maus VI, 13,8 g, wurden am 6. Mai bestrahlt und erhielten unter sonst gleichen Bedingungen 13 x mit der alten Müller-Röhre — Bestrahlungszeit 33 Minuten — und 17 x mit der neuen Müller-Röhre — Bestrahlungszeit 42 Minuten. Während der Bestrahlung begannen sich die Mäuse zu jucken, die Ohren zu kraulen, zu defäzieren, sprangen lebhaft im Glase herum, richteten sich auf. Gegen Ende der Bestrahlung wurden sie etwas apathischer und verhielten sich ruhig, zusammengekauert auf dem Boden des Glases sitzend. Maus VI entwich am 4. Tage bei vollstem Wohlbefinden aus dem Käfig. Maus V lebte gesund und munter, ohne irgendeine Störung zu zeigen bis zum 13. Juli, an welchem Tage sie totgebissen und zur Hälfte verzehrt in ihrem Käfig gefunden wurde.

Maus XIII. 16,2 g, erhielt die gleiche Röntgendosis am 16. Mai mit neuer Müller-Röhre. Bestrahlungszeit: 1 Stunde 25 Minuten. Eine Woche nach der Bestrahlung erscheint diese krank, sitzt ganz apathisch in ihrem Käfig, fühlt sich kalt an, zittert. Durchfälle konnten bei ihr nicht beobachtet werden. In der Nacht zum 23. Mai, also am 8. Tage, erfolgte der Exitus. Das Sektionsgewicht betrug 11,7 g, also 4,5 g Gewichtsabnahme. Die Leber wog 0,6 g, makroskopisch konnte sonst nichts Pathologisches nachgewiesen werden.

7. Bestrahlungsfolge.

Maus XIV und XV erhielten je vier Erythemdosen durch ein 0,75 mm starkes Aluminiumfilter mit alter Müller-Röhre unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 1 Stunde 59 Minuten. Bestrahlungstag: 16. V.

Maus XIV. 15,6 g schwer, bekam am 3. Tage nach der Bestrahlung Durchfall und starb in der folgenden Nacht. Sektionsgewicht: 11,0 g, Gewicht der Leber 0,7 g. Makroskopisch konnten keine Veränderungen nachgewiesen werden.

Maus XV. Gewicht 14,0 g, macht am Tage nach der Bestrahlung einen sehr kranken Eindruck. Sie sitzt still und apathisch auf einem Fleck, hält die Augen geschlossen, zittert,



scheint zu frieren. Am 2. Tage ist bei ihr sehr starker Durchfall nachweisbar. Die Atmung scheint sehr beschleunigt. In den Nachmittagsstunden des 18. V. erfolgt der Exitus. Bei der Sektion beträgt das Gewicht 10,8 g, das der Leber 0,8 g. Die Blase ist prall mit Urin gefüllt.

8. Bestrahlungsfolge.

Maus XVI, XVII und XVIII erhielten je fünf Erythemdosen durch ein 0,75 mm Aluminiumfilter mit alter Müller-Röhre unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 2 Stunden 14 Minuten. Bestrahlungstag: 16. Mai.

Maus XVI. Gewicht 17,2 g, bekam am 3. Tage nach der Bestrahlung starken Durchfall und verstarb am 4. Bei der Sektion hatte sie ein Gewicht von 12,7 g, die Leber wog 0,7 g.

Maus XVII. 14,0 g Gewicht, kam gleichfalls unter den Zeichen eines starken Darmkatarrhs am 4. Tage ad exitum. Das Leichengewicht betrug 9,5 g, das der Leber 0,6 g. Die Milz war sehr groß und hatte ein dunkles Aussehen.

Maus XVIII mit 17,0 g Gewicht, ging schon am 8. Tage (19. V.) ein, nachdem sie davor starken Durchfall bekommen hatte. Bei der Sektion wog sie 12,6 g. Die sehr große Leber hatte ein Gewicht von 1,1 g, die Milz hatte ein längliches, dunkles Aussehen. In der unteren Bauchhöhle fanden sich symmetrisch zu beiden Seiten des Uterus je eine zirka kleinbohnengroßer, gelblicher Tumor, aus dem sich bei der Inzision Eiter entleerte (Pyosalpinx?).

9. Bestrahlungsfolge.

Maus XXII, XXIII und XXIV erhielten je vier Erythemdosen durch ein 1 mm Aluminiumfilter mit neuer Müller-Röhre unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 1 Stunde 49 Minuten. Bestrahlungstag: 25. Mai.

Maus XXII. Gewicht 17,9 g, bekommt am 5. Tage nach der Bestrahlung Durchfall, zeigt stark gesträubte Haare und geht in der Nacht zum 6. Tage ein (30. Mai). Bei der Sektion wog sie nur 13,3 g. Die Leber hatte ein Gewicht von 0,7 g.

Maus XXIII. Gewicht 13,1 g, verhielt sich die ersten Tage leidlich. Vom 5. Tage ab krankes Aussehen, sehr apathisch, ist im Vergleich zu ihren Mitmäusen sehr ruhig. Am 31. V. bewegt sie sich noch kaum von der Stelle, frißt wenig, zittert, sitzt mit geschlossenen Augen da, die Haare sind gesträubt. Es bestand kein Durchfall. Bei der Sektion hatte sie ein Gewicht von 10,1 g. Die Leber ein solches von 0,8 g. Die Milz war klein. Die Dünndärme zeigten etwa 2 cm vom Magen entfernt eine zirka kleinlinsengroße gelbe Stelle, die mit einem roten Rand umgeben ist. Eine weitere Stelle des Dünndarmes wies eine kleine, stark durchblutete Partie auf.

Maus XXIV. Gewicht 13,5 g, zeigte am 5. Tage ein stark gesträubtes Aussehen, bekam Durchfall und verendete am 6. Tage (30. Mai). Bei der Sektion wog sie 9,2 g. Die Leber war klein und hatte ein Gewicht von 0,45 g.

10. Bestrahlungsfolge.

Maus XIX, XX und XXI erhalten je fünf Erythemdosen durch ein 1 mm starkes Aluminiumfilter mit neuer Müller-Röhre unter sonst gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 2 Stunden 23 Minuten. Bestrahlungstag: 21. Mai.

Maus XIX. 15,6 g schwer, zeigte am 5. Tage ein struppiges Aussehen, bekam Durchfall und ging ein (25. V.). In dieser Zeit hatte sie 4,0 g an Gewicht verloren und wog bei der Sektion nur 11,6 g. Die Leber war 0,7 g schwer, die Milz war sehr groß.

Maus XX. Gewicht 14,4 g, verhielt sich ähnlich wie Maus XIX, verstarb jedoch erst in der Nacht zum 6. Tage (26. V.). Bei der Sektion wog dieses Tier 10,6 g, hatte eine 0,6 g schwere Leber und wies eine recht kleine Milz auf.

Maus XXI. 13,9 g schwer, verstarb gleichfalls unter denselben Prodormalsymptomen

wie XIX und XX in der Nacht zum 6. Tage (26. V.). Das Sektionsgewicht betrug 10,2 g, das der Leber 0,6 g.

Tabelle IV.

Bestrahlungsfolgen No. 11 bis 13 mit anderen Metallfiltern

Bestrahlungsfolge	Nr. der Maus	Anfangsgewicht	Bestrahlung					Verhalten nach der Bestrahlung							Bemerkungen
			Tag	Filter	Zeit	Gesamtdosis	Dosis auf 1 g Körpergewicht	Durchfall	Gesträubte Haare	Exitus	Lebensdauer einzeln	Lebensdauer in der Gruppe	Leichengewicht	Gewichtsverlust	
11.	XXXVII.	13,7	15. VI.	$\frac{1}{2}$ mm Silber	5 Std.	2 E.D.	1,4 x	nein	nein	nein	—	—	—	—	—
	XXXVIII.	15,1	„		„	„	1,3 x	„	„	„	—	—	—	—	—
	XXXIX.	13,6	„		„	„	1,4 x	„	„	„	—	—	—	—	—
12.	XXXX.	11,8	16. VI.	$\frac{1}{2}$ mm Kupfer	$2^1/_2$ Std.	2 E.D.	1,6 x	nein	nein	nein	—	—	—	—	—
	XXXXI.	11,4	„		„	„	1,7 x	„	„	20. KI.	5 Tg.	—	7,4	4,0	—
	XXXXII.	13,1	„		„	„	1,5 x	„	„	nein	—	—	—	—	—
13.	XXXXIII.	16,6	5. VII.	$\frac{1}{2}$ mm Eisen	1 Std. 50 Min.	2 E.D.	1,2 x	nein	nein	nein	—	—	—	—	—
	XXXXIV.	18,2	„		„	„	1,0 x	„	„	„	—	—	—	—	—
	XXXXV.	17,3	„		„	„	1,1 x	„	„	„	—	—	—	—	—

11. Bestrahlungsfolge.

Maus XXXVII, XXXVIII und XXXIX erhielten je zwei Erythemdosen durch ein $^1/_2$ mm Silberfilter mit neuer Müllerröhre unter den gleichen Bedingungen. Dauer der Bestrahlung: 5 Stunden. Infolge zu starker Inanspruchnahme von Apparat und Röhre wurde diese Bestrahlung in zwei Serien zu $2^1/_2$ Stunden vorgenommen. Die Gewichte der Mäuse betrugen 13,7 g, 15,1 g und 13,6 g. Bestrahlungstag: 15. Juni. Alle drei Mäuse zeigten weder bei der Bestrahlung noch in den Wochen nach derselben irgendwelche Störungen oder Veränderungen. Maus XXXVII und XXXVIII konnten nach 60 Tagen nach dem Bestrahlungstage bei völligem Wohlbefinden angetroffen werden. Maus XXXIX wurde in der Nacht zum 30. Juni von ihren beiden Mitmäusen totgebissen. Bei der Sektion fehlte der Schwanz vollständig, der unterste Teil des Leibes war aufgebissen. Die mit kleinen festen Skybalen gefüllten Därme lagen offen vor und fehlten zum Teil ganz. Das Gewicht betrug 8,9 g, das der Leber 0,5 g. Diese sowie die Milz zeigten ein gutes Aussehen. Am Darm fanden sich keinerlei Zeichen eines Katarrhs.

12. Bestrahlungsfolge.

Maus XXXX, XXXXI und XXXXII erhielten je zwei Erythemdosen durch ein 0,5 mm starkes Kupferfilter mit neuer Müllerröhre unter sonst gleichen Bedingungen. Bestrahlungstag: 16. Juni. Bestrahlungszeit: $2^1/_2$ Stunden. Die Gewichte der Mäuse betrugen 11,8 g, 11,4 g und 13,1 g. Maus XXXX und XXXXII waren 60 Tage nach der Bestrahlung noch wohl und munter, und zeigten keinerlei Veränderungen oder Störungen. Maus XXXXI verendete ohne Durchfall oder sonstige krankhafte Erscheinungen gezeigt zu haben, am fünften Tage. Das Gewicht betrug bei der Sektion 7,4 g, das der Leber 0,7 g. An den inneren Organen konnte makroskopisch kein pathologischer Befund erhoben werden.

13. Bestrahlungsfolge.

Maus XXXXIII, XXXXIV und XXXXV erhielten je zwei Erythemdosen durch ein 0,5 mm starkes Eisenfilter mit alter Müllerröhre unter sonst gleichen Bedingungen. Bestrahlungszeit: 1 Stunde 50 Minuten. Bestrahlungstag: 5. Juli.

Die Gewichte der Mäuse betrugen 16,6 g, 18,2 g und 17,3 g. Alle drei Mäuse waren noch 40 Tage nach dem Bestrahlungstage wohlauf und munter. Sie fraßen gut, zeigten kein



gesträubtes Aussehen, auch waren an ihnen keinerlei Zeichen eines Katarrhs nachweisbar. Das Gewicht, das in den ersten Tagen des August noch einmal kontrolliert wurde, zeigte keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Anfangsgewichte.

Was zunächst die Bestrahlung der Mäuse ohne jegliches Filter anbetrifft, so haben wir gesehen, daß eine Erythemdosis von diesen anstandslos vertragen wird und weder während, noch nach derselben irgendwelche Störungen an den bestrahlten Tieren nachweisbar gewesen sind. Anders schon war das Verhalten bei den Tieren, die zwei Erythemdosen erhielten. Während eins von ihnen, das schwächste, das nur 9,5 g wog, mithin 2,1 x auf das Gramm Körpergewicht erhalten hatte, in kurzer Zeit nach vier Tagen verendete, überlebten die beiden anderen Tiere, die je ca. 5 g mehr wogen und nur 1,3 bzw. 1,4 x auf das Gramm erhalten hatten, den Bestrahlungsvorgang um längere Zeit. Der Tod der einen Maus darf wohl nicht auf Kosten der Bestrahlung angeführt werden, da diese durch die durch das Einfangen bedingte Chokwirkung verendete. Sehr interessant ist ferner das Verhalten von Maus XI, welche ca. 3 Wochen nach der Bestrahlung ihre Haare verlor. Sie konnte aus den oben angegebenen Gründen nur 66 Tage beobachtet werden und zeigte einige Tage vor dem Exitus das oben beschriebene Aussehen. Bei der nun folgenden Bestrahlungsgruppe, in der die Mäuse drei Erythemdosen erhielten, ging auch hier die schwächste Maus — Nr. III — am frühesten ein nach 4 Tagen, während die beiden stärkeren — Nr. I und II — 7 bzw. 9 Tage den Bestrahlungsvorgang überlebten. Beim ersten Blick wird es wundernehmen, daß die beiden letzteren Tiere den Bestrahlungsvorgang länger überleben konnten als z. B. Maus X, die doch nur 2 Erythemdosen erhielt. Zieht man jedoch die für das Gramm Körpergewicht berechnete Einzeldosis heran, so ergibt sich, daß Maus X eher sterben mußte, da sie 2,1 x auf das Körpergewicht erhielt, während die stärkeren Tiere I und II bei 3 Erythemdosen nur 1,7 bzw. 1,8 x erhielten. Eine gewisse Gesetzmäßigkeit zeigte sich ferner auch bei der Lebensdauer der Maus III, die auf das Gramm Körpergewicht nur $^{3}/_{10}$ x mehr als Maus X erhalten hatte und dabei wie jene eine Lebensdauer von 4 Tagen aufwies. Die drei Mäuse der letzten Bestrahlungsfolge zeigten das im folgenden noch oft wiederkehrende gesträubte Aussehen der Haare. Durchfall konnte bei keiner von ihnen nachgewiesen werden.

Auf Grund dieser drei Bestrahlungsfolgen läßt sich ferner auch ungefähr die von der Maus zu vertragende maximale Einzeldosis für das Gramm Körpergewicht berechnen, welche ungefähr 1,4 x beträgt.

Die Sektion der ad exitum gekommenen Tiere ergab bei allen eine deutliche Gewichtsabnahme, und zwar hatten die Tiere, die den Bestrahlungsvorgang längere Zeit überlebten, mehr abgenommen, als die, die schon kurze Zeit (nach 4 Tagen) danach verendeten. Im Mittel schwankte die Gewichtsabnahme zwischen 2,3 und 3,3 g. Nur bei Maus X konnte eine geringere Gewichtsabnahme von nur 0,2 g nachgewiesen werden.

Makroskopische Veränderungen, durch die etwa der eingetretene Exitus erklärt werden könnte, konnte bei keinem der fünf sezierten Tiere festgestellt werden. Die mikroskopische Untersuchung wurde an Teilen der Milz, Leber, des Darmes und des Knochenmarks vorgenommen.

Aus Tabelle III ergab sich das Verhalten der Tiere, die durch Aluminiumfilter verschiedener Stärke bestrahlt worden waren.

Die Lebensdauer dieser Tiere zeigt im Vergleich zu den ohne Filter bestrahlten gewisse Differenzen. Während z. B. bei einer Dosis von 2 Erythemdosen ohne Filter Maus X schon nach 4 Tagen einging, überlebten die drei Tiere, die die gleiche Dosis durch ein 0,5 mm Aluminiumfilter erhalten hatten, den Bestrahlungsvorgang im Durchschnitt um 8,3 Tage. — Gewisse Unterschiede zeigen so auch die Tiere, die drei Erythemdosen erhalten hatten. Die drei Mäuse, welche diese Röntgenstrahlenmenge ohne Filter erhielten, starben im Durchschnitt nach 6,6 Tagen, bei einem 0,5 mm Aluminiumfilter nach 7,0 Tagen und bei einem 0,75 mm

Aluminiumfilter sogar erst nach 8 Tagen. Ähnliche Unterschiede konnte ich auch bei der Gabe von 4 und 5 Erythemdosen nachweisen, indem bei einem 0,75 mm Aluminiumfilter 4 Erythemdosen 4 Tage lang, bei einem 1 mm Aluminiumfilter 6,6 Tage lang vertragen wurden und bei 5 Erythemdosen der Bestrahlungsvorgang durch das erstere Filter 4,8 Tage, durch das letztere 3,6 Tage überlebt wurde. — Was das sonstige Verhalten anbetrifft, so konnte bei 16 von den 20 mit Aluminiumfiltern bestrahlten Mäusen, also bei 80% Durchfall einige Tage vor dem Exitus nachgewiesen werden, außerdem zeigten 10 = 50% das eigenartig gesträubte Aussehen der Haare. Ein Haarausfall konnte bei der kurzen Lebensdauer der Tiere nicht wieder beobachtet werden.

Die auf das Gramm Körpergewicht bezogene Dosis war bei stärkeren Filtern gleichfalls höher. Die höchste Dosis bei einer Überlebungszeit von 6 Tagen erhielt dabei Maus XXI. Diese erhielt insgesamt 5 Erythemdosen durch ein 1 mm Aluminiumfilter. Bei dem nächst dünneren Filter ging z. B. Maus XVII bei einer Grammdosis von 3,5 x schon nach 5 Tagen ein und unter einem 0,5 mm Aluminiumfilter verendete Maus XXXIII bei einer Grammdosis von nur 2,0 x schon nach 4 Tagen. Dem stärkeren Filter muß also die Eigenschaft innewohnen, gewisse für das Leben und den Organismus der Maus schädliche Strahlen zurückzuhalten.

Bei sämtlichen zur Sektion gekommenen Tieren konnte auch hier eine deutliche Gewichtsabnahme nachgewiesen werden, die in weiten Grenzen, zwischen 3,0 und 6,4 g schwankte. Auffallend war dabei, daß die Mäuse, die nur einen Schutz durch ein 0,5 mm Aluminiumfilter erhalten hatten, stärkere Gewichtsabnahmen zeigten — im Durchschnitt 5,0 g — als die, die durch ein stärkeres Filter bestrahlt worden waren, so bei einem 0,75 mm Aluminiumfilter im Durchschnitt 4,4 g, bei einem 1 mm Aluminiumfilter 3,6 g.

Makroskopisch konnte auch bei diesen Bestrahlungsgruppen nichts Wesentliches festgestellt werden, was etwa den Exitus der Tiere bedingt hätte. Bei der einen Maus — Nr. XXXVI — fand sich eine starke Blähung des Magens, Duodenums und des Dünndarms mit reichlicher Gasbildung und stellenweiser starker Injektion. Bei einer anderen — Maus XXXII erschien der Dünndarm gelblichbraun und war mit einer gleichfarbigen, dünnschleimigen Flüssigkeit angefüllt. Bei einer dritten schließlich — Maus XXIII — fand sich zirka 2 cm vom Magen entfernt eine etwa kleinlinsengroße gelbe Stelle, die mit einem roten Rand umgeben war. Es waren dies Befunde, die bei den starken in vivo festgestellten katarrhalischen Erscheinungen — den Diarrhoëen — nur zu erwarten waren, die jedoch allein eine Erklärung für den Exitus unmöglich geben konnten.

Mikroskopisch wurden auch von den hier zur Sektion gekommenen Tieren Stücke der Milz, der Leber, des Darmes und des Knochenmarkes untersucht. Die Größe der Milz erschien bei allen Tieren beträchtlich vermindert, und machte das Organ einen ziemlich blutreichen Eindruck. Die Kapsel war vielfach gewellt. Unter dem Mikroskop trifft man dabei auf zerfallene Follikelzellen, die Kerne erscheinen hier und da zerbröckelt oder stark geschrumpft, stellenweise sind die Zellen kernlos An der Leber konnten auch bei diesen Tieren keine wesentlichen Veränderungen nachgewiesen werden. Die Darmschleimhaut zeigte die Zeichen eines hochgradigen Katarrhs, das Epithel erschien an einzelnen Stellen abgestoßen. Auch am Knochenmark ließ sich eine gewisse Zellrarifikation nachweisen. Von der genaueren Beschreibung des mikroskopischen Befundes soll jedoch an dieser Stelle Abstand genommen werden.

Tabelle IV zeigt schließlich die Zusammenstellung der Bestrahlungsfolgen, die mit einem anderen Metallfilter, Silber-, Kupfer- und Eisenfilter, vorgenommen worden waren. Der Bestrahlungsvorgang wurde von acht Mäusen anstandslos vertragen. Diese Tiere zeigten weder während der Bestrahlung noch nach derselben irgend welche Störungen. Nur Maus XLI, die die höchste Grammdosis von 1,7 x erhalten hatte, kam am fünften Tage mit einem Gewichtsverlust von 4 g ad exitum. Die übrigen acht Tiere wurden noch 2 bzw. 1½ Monate bis



zum Abschluß der Versuchsreihen Mitte August beobachtet und konnte an ihnen nichts Krankhaftes nachgewiesen werden. Auch ihr Gewicht, das in den ersten Tagen des August noch einmal kontrolliert wurde, zeigte keine merklichen Schwankungen.

Beim Vergleich dieser Bestrahlungsfolgen mit denen ohne Filter ergab sich, daß bei der gleichen Röntgendosis dort zwei Tiere, das eine schon nach 4, das andere nach 10 Tagen eingingen, und daß bei einem Aluminiumfilter von gleicher Stärke, die drei Versuchstiere nach 6, 9 und 10 Tagen ad exitum kamen.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen fasse ich in folgendem zusammen:

1. Die Röntgenstrahlen üben auf den Organismus der weißen Maus eine Wirkung aus, die sich in einem eigenartigen Verhalten der Haare (Gesträubtsein), Haarausfall, starkem Durchfall, Gewichtsabnahme und schließlich sich einstellendem Exitus äußern.

2. Eine Erythemdosis wird von den Mäusen ohne nachweisbare Störungen vertragen.

3. Die Höhe der auf das Gramm Körpergewicht bezogenen Dosis die von der Maus vertragen wird, beträgt ungefähr 1,4 x.

4. Durch das Dazwischenhalten von Filtern werden bestimmte den Organismus der Maus besonders schädigende Strahlen zurückgehalten und hierdurch das Leben der Mäuse um einige Tage verlängert.

5. Unter den Filtern gleicher Stärke gewährten hierbei die Metalle Kupfer, Silber und Eisen einen größeren Schutz als das Aluminium.

6. Durch die Verstärkung eines 0,5 mm Aluminiumfilters um $^1/_4$ auf 0,75 mm werden im Vergleich mehr Strahlen zurückgehalten, als durch die Verstärkung eines 0,75 mm Aluminiumfilters auf 1 mm, ungefähr im Verhältnis 10:4.

Literatur.

1. J. Belot. Die Filter in der Röntgentherapie. Journal de Radiologie 1911. V. 31.
2. J. Belot. Zur Frage der Filter in der Röntgentherapie. Journal de Radiologie 1909. I. (Ref. Fortschritte a. d. G. d. Röntg. XIII. 6. S. 429).
3. J. Belot. Die Filtration in der Radiotherapie. Arch. d'électr. med. 291.
4. J. Belot. La filtration en Radiotherapie. Ref. Zeitschrift f. Röntg. u. Radiumforschg. XIII. S. 122 und 135.
5. Bordier. The role of the filter in radiotherapy. Arch. of the Röntgen Ray. Nr. 113.
6. Bordier. Die Orientierung der Filter. (Ref. Fortschr. a d. G. d. Röntgenstr. XVI. 5.
7. Bordier. Wichtigkeit der Filter bei der Röntgentherapie und ihre praktische Anwendung. (ref. Zeitschr. f. Röntg. u. Rad. 1910. XII, 153.
8. Th. Christen. Über die physikalischen und physiologischen Grundlagen der Tiefentherapie. Strahlentherapie 1912, Band 1.
9. Th. Christen. Über einige aktuelle Fragen der Röntgenphysik. Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstr. XXI, Heft 1.
10. Fürst Ein neuer Verband bei der Lichtbehandlung der Hautkrankheiten. Münch. med. Wochenschrift 1911, Nr. 37.
11. Guilleminot. Über die Filterwahl tief gelegener Tumoren. Bulletins de la société de Radiologie, Paris. (Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. R. XIV. 3).
12. v. Jaksch. Verhütung von Hautschädigungen. Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. R. XII, 1. S. 57.
13. Paul Krause. Einige Fortschritte in der Röntgendiagnostik und Röntgentherapie innerer Krankheiten. Fortschr. d. deutsch. Klinik 1910. II.
14. Paul Krause. Röntgen- Radium- und Lichtbehandlung. Handbuch der gesamten Therapie. Pentzold und Stintzing. 4. Aufl., 5. Band 1910.
15. Paul Krause. Über Röntgenschädigungen innerer Organe und Schutzmaßregeln gegen Röntgenstrahlen für Arzt und Patienten. Breslauer Röntgenvereinigung. Mai 1906.
16. Krause und Ziegler. Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf tierisches Gewebe. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Band X.
17. Lindrum. Die Beziehungen zwischen Oberflächen- und Tiefenwirkung harter Röntgenstrahlen ohne und mit Benutzung von Filtern. Dissertation, Halle 1912.



18. Morton-London. Die Anwendung von Filtern in der Radiotherapie. IV. Internationaler Kongr. f. Physiotherapie (Ref. Münch. med. Wochenschrift 1913. Nr. 17, S. 949).
19. Reginald Morton. Die Zweckmäßigkeit von Filtern in der Radiotherapie. Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XII. 1.
20. F. M. Meyer. Über Erfahrungen mit Adrenalinanämie (Reicher, Lenz) für die Röntgentherapie. Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XIX. 2. 173.
21. K. Reicher und Lenz. Adrenalinanämisierung als Hautschutz in der Röntgentherapie. VII. Röntgen-Kongreß, Berlin 1911.
22. K. Reicher und Lenz. Dasselbe. Münchner med. Wochenschr. 1911, Nr. 24.
23. K. Reicher und Lenz. Weitere Mitteilungen zur Verwendung der Adrenalinanämie als Hautschutz in der Röntgen- und Radiumtherapie. Deutsche med. Wochenschr. 1912, Nr. 1.
24. H. E. Schmidt. Eine Vorrichtung zur Desensibilisierung der Haut bei Tiefenbestrahlungen. Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstr. XV. 2. 117.
25. H. E. Schmidt. Die Anwendung filtrierter Röntgenstrahlen in der Röntgentherapie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XIX. 3.
26. H. E. Schmidt. Die Bedeutung der Sensibilisierung und der Desensibilisierung für die röntgentherapeutische Praxis. Röntgentaschenbuch IV. Band. (Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XIX. 5. S. 401).
27. G. Schwarz. Über Desensibilisierung gegen Röntgen- und Radiumstrahlen. Münch. med. Wochenschrift 1909, Nr. 24.
28. G. Schwarz. Die praktische Durchführung der Desensibilisierung. VI. Röntgen-Kongreß. Berlin 1910.
29. Walter. Über den Schutz des Untersuchers gegen sekundäre Röntgenstrahlen. VI. Röntgen-Kongreß. Berlin 1910.
30. Heinz Bauer. Filtration und Absorption. Röntgen-Taschenbuch. V. Band, 1913.

Über Früherythem und Röntgenfieber[1].

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck**, Wien.

A. Köhler und Holzknecht erkannten im Jahre 1903 fast gleichzeitig und unabhängig als die ersten die Sonderstellung des Erythems, das an der gesunden Haut normaler Individuen sehr bald nach einer Röntgenbestrahlung auftritt, und nannten es „Früherythem“, bzw. „Vorreaktion“.

Bergonié und Spéder faßten später (1911) alle möglichen, an normalen Individuen nach Bestrahlungen früh auftretenden und rasch vorübergehenden Erscheinungen als Frühreaktionen (réactions précoces) zusammen und unterschieden drei Formen:

1. oberflächliche Frühreaktionen (réactions précoces superficielles),
2. tiefe Frühreaktionen (réactions précoces profondes) und
3. allgemeine Frühreaktionen (réactions précoces générales).

Ich möchte einige Frühreaktionen der normalen Individuen näher ins Auge fassen, außerdem noch die analogen Erscheinungen in Fällen von Tumoren behandeln und dabei vor allem die Entstehung der Störungen studieren.

I. Oberflächliche Frühreaktion, Früherythem.

Zuerst soll die gewöhnliche Röntgendermatitis kurz besprochen werden. Sie tritt bekanntlich an der normalen Haut nach einer entsprechend starken Bestrahlung mit einer Latenz von etwa zwei Wochen (auch nach kürzerer oder längerer Zeit) als eine eigentümliche Entzündung auf; sie kann verschieden weit in die Tiefe reichen und verschiedene Grade

[1]) X. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft, Berlin 1914.

erreichen. Die Entstehung der Entzündung wurde von mir seinerzeit (1901) dadurch erklärt, daß alle Teile der Haut, vor allem die oberflächlichen, aber auch die tiefen Schichten durch die Strahlen geschädigt werden, wobei die Gewebszellen primär angegriffen werden und degenerieren, und daß sich dabei abnorme Produkte bilden, allmählich anhäufen und nunmehr — nach etwa zwei Wochen — auf das Blut und die Blutgefäße einen Reiz ausüben.

Verfasser, Wiener med. Presse 1901: „Man könnte sich vorstellen, daß die lange Latenz durch eine allmähliche Aufstapelung von schädlichen ‚giftigen' Produkten eines ‚unterwertig' gewordenen Stoffwechsels bedingt sei, deren Menge nach Ablauf einer beträchtlichen Zeit endlich eine zum (eigentümlichen) Entzündungsreiz genügende Größe erreicht und auch weiterhin zunimmt."

An derselben Stelle wurde auch die Beobachtung hervorgehoben, „daß vor allem jene Organe pathologische Veränderungen erleiden, die entsprechend ununterbrochener Zellproliferation den lebhaftesten Stoffwechsel besitzen: die Haut und hier wieder die Haarpapillen".

Es liegt primär eine Schädigung der Gewebszellen vor und sekundär — als Reaktion darauf — erscheint die Entzündung. Über diese Auffassung wurde später viel diskutiert. Neisser und Scholtz vertraten damals auf Grund mikroskopischer Untersuchungen der Haut bestrahlter Tiere, wobei die Zelldegeneration bereits einige Stunden nach der Bestrahlung zu erkennen war, denselben Standpunkt; aber Baerman und Linser suchten nachzuweisen, daß die Blutgefäße primär geschädigt werden. So blieb die Sache lang strittig, bis man allmählich fast allgemein unseren ursprünglichen Standpunkt annahm.

Die Entstehung des „Früherythems" entbehrt aber noch einer entsprechenden Erklärung. Es ist dies eine Hautrötung, welche im Gegensatz zur typischen Röntgenwirkung, bereits mehrere Stunden nach der Bestrahlung auftritt, einige Stunden (selbst Tage) dauert, dabei nicht zu stärkerer Entzündung anwächst und daher auch höchstens eine leichte Pigmentierung zurückläßt.

Die Erscheinung wurde bereits zu Anfang der Röntgenära bemerkt, so von Oudin, Verfasser und anderen Therapeuten. A. Köhler und Holzknecht beschäftigten sich — wie gesagt — 1903 gleichzeitig eingehend mit der Erscheinung und trennten sie streng von der eigentlichen Röntgenreaktion ab, da sie sich von ihr klinisch sehr unterscheidet; das „Früherythem", die „Vorreaktion" sollte nach beiden Autoren überhaupt durch ein ganz anderes Agens entstehen.

Über die Umstände, unter welchen die Erscheinung entsteht, über die Art der Strahlen, welche ihre Ursache sind, wurde viel geschrieben. Köhler sah sie nach Bestrahlung mit Röhren auftreten, deren Kathodenspiegel stark glühte, und meinte, es könne sich nur um Wärmewirkung handeln. Holzknecht sah das Erythem fast ausschließlich durch Bestrahlung mit vielgebrauchten „schwarzgelaufenen" Röhren auftreten. Verfasser (Lehrbuch) meinte ebenfalls, daß die Entstehung der Erscheinung in technischen Umständen liege, denn sie trat zum Beispiel bei unmittelbar nacheinander mit derselben Röhre behandelten Patienten auf; er meinte, es dürfte sich dabei um die Wirkung von ultravioletten Strahlen (aktinisches Licht!) handeln, welche vom Antikathodenspiegel ausgehen; denn die Latenz ist oft so kurz, wie bei dem bekannten Lichterythem der Haut. Doch ergaben spätere Versuche, daß Deckung der Haut mit schwarzem Papier das Erythem nicht verhütet.

Es erscheint mir jetzt kaum mehr fraglich, daß die Erscheinung **durch die Röntgenstrahlen selbst** hervorgerufen wird, und zwar als **initiale Reizwirkung.**

Diese Annahme stellt wohl die natürliche Auffassung der Erscheinung dar; sie liegt eigentlich auf der Hand, wenn man überhaupt an das Vorkommen von irritierender Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Gewebe denkt. Daß A. Köhler und Holzknecht seinerzeit eine scharfe Trennung der Erscheinung von der gewöhnlichen Röntgendermatitis vornahmen, war danach nur zum Teile berechtigt.

Manchen (Wetterer und Verfasser) fiel es auf, daß vor allem eine starke Bestrahlung, welche — mit entsprechender Latenz — eine beträchtliche Röntgenreaktion, bzw. Röntgenverbrennung hervorruft, das Früherythem erzeugt, obwohl dies nicht durchwegs gilt. Albers-Schönberg sah die Erscheinung regelmäßig entstehen, wenn die Haut mit Röhren aus sehr dünnem Glas (Lindemann-Röhren) belichtet wurde, und zwar schon nach kleinen Dosen (2 x).



Bei der Entstehung des Früherythems kommt es offenbar vor allem auf die Größe der in den oberen empfindlichen Teilen der Haut absorbierten Lichtmenge an, also auf die „Papillarkörperdose", wie ich mich ausdrücken möchte.

Man darf nicht vergessen, daß man die Hautdosen im eigentlichen Sinne (Gewebsdosen) mit Radiometern nicht bestimmen kann, weder die ganze Hautdose, noch die Hornschichtdose, noch speziell die Papillarkörperdose, noch auch die tiefere Cutisdose.

Je stärker im ganzen die Bestrahlung ist, und vor allem, je mehr Licht in dem genannten Teile der Haut deponiert wird, desto eher kommt die Reaktion zur Ausbildung, also sowohl bei Bestrahlungen mit durchschnittlich sehr weichem Röntgenlicht, als auch mit mittelweichem oder hartem Licht, wenn diesem viel weiches Licht beigemischt ist, während stark filtriertes, nahezu rein hartes Licht nur selten die Erscheinung erzeugen dürfte.

Überdies dürfte dabei die Expositionsgeschwindigkeit eine Rolle spielen Die Einstrahlungs- oder Expositionsgeschwindigkeit (Verfasser) stellt das Verhältnis zwischen der Größe der Lichtdose und der dazu erforderlichen Belichtungsdauer dar, hängt also von der im Hautniveau vorhandenen, projizierten Lichtstärke ab. Je größer die Einstrahlungsgeschwindigkeit, desto eher dürfte ein Früherythem entstehen.

Selbstverständlich ist auch die Empfindlichkeit der Haut von großem Einfluß (Alter des Individuums usw.); aber H. E. Schmidt ist im Irrtum, wenn er meint, daß eine individuelle Disposition notwendig sei.

Es erklärt sich leicht durch Verschiedenheiten der Technik, daß manche Therapeuten (z. B. Oudin) fast regelmäßig nach Bestrahlungen Früherythem auftreten sahen und andere nur selten.

Die oberflächlich gelegenen empfindlichen Teile der Haut, der Papillarkörper der Cutis und die Basalschicht der Hornhaut, erfahren durch die Absorption der Strahlen eine Schädigung, die sich zunächst als Reizwirkung darstellt und mit Hyperämie der Cutispapillen einhergeht — dies ist die Frühreaktion —, worauf eine Degeneration der Zellen folgt; diese Degeneration geht langsam vor sich und führt schließlich zur Röntgendermatitis.

Holzknecht meinte seinerzeit, daß die Vorreaktion insofern ungünstig wirke, als sie die spätere Röntgenreaktion verstärkt; es sollte nun zu einer stärkeren Oberflächenentzündung mit Exkoriation und Nässen kommen. Doch erscheint mir dies heute nicht richtig ausgedrückt, denn das Erythem ist zur Zeit der typischen Röntgenwirkung bereits längst verblaßt und vor allem handelt es sich ja offenbar um zwei Wirkungen desselben Agens; je größer die oberflächliche Hautgewebsdose gewesen ist, desto stärker treten ceteris paribus die Folgeerscheinungen ein, sowohl die initiale Reizwirkung als auch die ausgebildete Zellerkrankung und Röntgendermatitis.

Die eigentümliche Erscheinung des Früherythems läßt sich klinisch wie folgt charakterisieren:

1. sie tritt bald nach der Bestrahlung auf;
2. sie schreitet nicht zu eigentlicher stärkerer Entzündung (wie Blasenbildung und Nässen) weiter[1]), es bleibt bei Rötung ev. leichter Schwellung mit Gefühl von Spannung oder Jucken;
3. es ist eine ganz oberflächliche Veränderung, sie wird auch nicht von Haarausfall begleitet;
4. die Erscheinung dauert nicht lange an, und
5. sie hinterläßt meist keine Spur, höchstens leichte Pigmentierung der Haut.

Es handelt sich also beim Früherythem um eine ganz oberflächliche und **harmlose** Veränderung der Haut, um eine rasch vorübergehende Irritation des Papillarkörpers; die Erscheinung steht also im ausgesprochenen Kontraste zur Röntgendermatitis, welche sich in die Tiefe erstrecken und hohe Grade erreichen kann. Der bedeutende graduelle Unterschied kommt

---

[1]) Es ist hier nur von der Frühreaktion die Rede — die Entzündung, die erst viel später auftritt, kann allerdings hohe Grade erreichen.



in Fällen, in welchen sowohl Früherythem als auch Röntgendermatitis auftreten, meist gut zum Ausdruck. Es zeigt sich hier als das Wesentliche der Strahlenwirkung eine allmählich fortschreitende degenerative Zellerkrankung mit heftiger Entzündung.

Es liegt somit beim Früherythem ein weiteres Beispiel für die **untergeordnete Bedeutung der Reizwirkung** der Röntgenstrahlen auf die Gewebszellen im Vergleich mit der hemmenden Wirkung vor.

Es scheint allerdings, daß in manchen Fällen — wenigstens klinisch — ausschließlich das Früherythem zum Vorschein kommt und die eigentliche Röntgendermatitis ausbleibt. Doch sind dies Ausnahmen.

Anhang: Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Haarwuchs.

Hier ist auch die Betrachtung der Wirkung der Röntgenstrahlen auf andere Teile der Haut, vor allem auf die Haarpapille von Interesse, speziell die Frage, ob auch hier eine Reizwirkung beobachtet wird.

Beim Haarwuchs kommt es sehr selten zu einem deutlich verstärkten Wachstum der Haare, was einer irritierenden Wirkung entsprechen würde. So beobachtete seinerzeit Freund, daß in manchen Fällen die Haare nach der Bestrahlung schneller wachsen; es handelte sich um lange fortgesetzte tägliche Bestrahlungen mit schwachem Licht, also um wiederholte Applikation von kleinen Dosen. Auch als Vorstadium der Wirkung (einer entsprechend starken Bestrahlung in einer Sitzung), die sich nach ca. 14 Tagen als Haarausfall zeigt, kann zuerst und rasch vorübergehend beschleunigtes Wachstum der Haare beobachtet werden.

Es ist möglich, daß stets vor der Hemmung eine initiale, kurzdauernde Beschleunigung der Proliferation der Haarpapille vorhanden ist und daß diese die spätere Lockerung der Haare vorbereitet — ohne daß zuerst eine Verstärkung des Haarwachstums bemerkt wird.

In dem ersten Jahr der Röntgenära wurde viel von Reizwirkung der Röntgenstrahlen gesprochen, so beschäftigte sich auch Verfasser wiederholt mit der Frage. Verfasser wies seinerzeit (Wiener medizinische Presse 1901) auf die Möglichkeit hin, „daß die fluxionäre Hyperämie und vielleicht zugleich der direkte Reiz auf die Matrix eine beschleunigte Proliferation der letzteren mit rascher Bildung zahlreicher junger Haarzellen erzeugt; diese würden nicht genügende Zeit zur Verhornung haben und eine Lockerung der Fixation des Haares an die Papille und Wand des Haarbalges hervorrufen. Auf dieses Stadium folgt ein Rückschlag, die Proliferation der Keimzellen sistiert vollkommen, es wird durch mehrere Wochen kein Haar mehr gebildet".

Es ist übrigens keineswegs notwendig anzunehmen, daß diese Reizwirkung regelmäßig auftrete, vielmehr kann die Haarpapille auch einfach ihre produktive Tätigkeit allmählich einstellen, sie schrumpft dabei ein und das Haar löst sich ab.

Wie dem immer sein mag, eine stimulierende Wirkung der Strahlen auf die Haarpapille und das Haarwachstum spielt — ebenso wie auf andere Teile der Haut — höchstens eine untergeordnete Rolle.

Literatur über Früherythem.

A. Köhler: Frühzeitige Hautrötung. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. 6, 1903, S. 193.
Derselbe: Früherythem. Deutsche medizinische Wochenschrift 1904, Nr. 35.
G. Holzknecht: Röntgentherapeutische Vorreaktion. Archiv für Dermatologie u. Syphilis, Bd. 66, 1903.
H. E. Schmidt: Frühreaktion. Deutsche medizinische Wochenschrift 1904, Nr. 20.
J. Bergonié et E. Spéder: Réactions précoces. Archives d'Electricité médicale, Nr. 306, 25. III. 1911.
R. Kienböck: Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Haut bei Mensch und Tier. Wiener med. Presse 1901, Nr. 19—22.
Derselbe: Über Radiotherapie. II. Internationaler Kongreß für mediz. Elektrologie und Radiologie, Bern 1902.
Derselbe: Radiotherapie. (Enke) Stuttgart, 1907.

J. Wetterer: Röntgentherapie. (Nemnich) Leipzig 1908.
Fr. Schultz: Röntgentherapie in der Dermatologie. (Springer) Berlin 1910.
Oudin: Les accidents dus aux rayons X. II. Internationaler Kongreß für med. Elektrologie und Radiologie, Bern 1902.
H. Albers-Schönberg: Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. 17, 1911, S. 225.
A. Brauer: Röntgen-Primärerythem. Deutsche medizinische Wochenschrift 1911, Nr. 12.
Ph. F. Becker: Frühreaktion. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. 19, 1912, S. 149.

II. Tiefe Frühreaktion, Intumeszenz der Drüsen und Tumoren.

Auch an tiefer gelegenen Gewebsmassen können bald nach der Röntgenbestrahlung gewisse Erscheinungen auftreten.

a) Drüsen. Wie Bergonié und Spéder zuerst beobachteten, können an tieferen Teilen von gesunden Personen sehr bald nach der Bestrahlung Schwellung, Schmerzen und Funktionsstörungen eintreten, so z. B. an den Speicheldrüsen und Ovarien — bei den ersteren angeblich „mit verringerter Sekretion (Trockenheit im Munde)" (was allerdings zu meiner Annahme einer Reizerscheinung nicht recht paßt und vielleicht tatsächlich erst nach einer rasch vorübergehenden Steigerung der Sekretion erscheint). Auch Diarrhöen und Urinbeschwerden, die bald nach Bestrahlung des Abdomens auftreten, gehören hierher, sie dauern wie die übrigen Störungen nur kurze Zeit an.

b) Tumoren, namentlich gewisse Lymphome, reagieren zuweilen auf die Bestrahlung zunächst mit einer Anschwellung (Verfasser 1907), und zwar kommt diese manchmal schon nach einigen Stunden zum Vorschein und geht bald wieder vorüber; mit der Vergrößerung geht ein Gefühl von Spannung, zuweilen selbst Schmerzen einher. Auch nach Belichtung von Milztumoren treten nicht selten zuerst Schmerzen in der Region auf. Unmittelbar im Anschluß daran beginnt eine Verkleinerung der Tumoren.

Ebenso entstehen zuweilen nach Bestrahlung von Karzinomen Schmerzen in der Region; noch häufiger werden vorbestehende Schmerzen gesteigert, wie Verfasser ungemein oft beobachtete (Lehrbuch 1907). Nach Stunden oder Tagen verschwinden aber die Schmerzen wieder, zuweilen sogar vollkommen.

Bei Myomen tritt manchmal als erste Wirkung der Bestrahlungen eine Vergrößerung des Tumors, ferner auch eine Verstärkung der Blutungen (Albers-Schönberg) ein; zuweilen ist die Blutung nun so stark, daß sie eine Tamponade der Scheide notwendig macht.

Das Eintreten starker Blutungen dürfte vor allem von der speziellen anatomischen Veränderung, aber auch von der Behandlungstechnik abhängen; sie entstehen vor allem nach starken Bestrahlungen, wie Goerl und Verfasser beobachtet hat; es kann allerdings, wie Gauß meint, sein, daß sie bei der ausgesprochenen Intensivbehandlung wieder seltener auftreten. Mit Unrecht wurde in manchen dieser Fälle sofort die Operation vorgenommen, statt die Blutstillung fortzusetzen; es handelt sich doch meist um ein rasch vorübergehendes Stadium der Röntgenwirkung, auf dasselbe folgt unmittelbar eine Besserung aller Erscheinungen. Es ist hier nicht eine lange Latenz und auch nicht eine Entzündung wie bei der bekannten Hautveränderung vorhanden.

Alle diese Beobachtungen sprechen dafür, daß sowie in der Haut auch im tief gelegenen Gewebe als Frühreaktion eine Hyperämie entsteht. Auch mikroskopische Untersuchungen an exzidierten Stücken von Lymphomen und Sarkomen bald nach der Bestrahlung zeigen nicht selten das Vorhandensein von Hyperämie. Dabei werden offenbar die Zellen des Parenchyms primär affiziert, zuerst irritiert; die Hyperämie, die allerdings sofort eintritt, ist dann als sekundäre Erscheinung aufzufassen. Die Hyperämie ist die Ursache der Intumeszenz, der Schmerzen usw. Sehr bald beginnen aber degenerative Erscheinungen; diese zeigen sich zuerst als Quellung der Zellen samt den Kernen (Untersuchungen von Clunet und Raulot-Lapointe am Karzinom).

III. Frühreaktion des Blutes, Röntgenleukozytose.

Nach Bestrahlungen von Geschwülsten können auch rasch eintretende und ganz passagere Veränderungen des Blutes entstehen, und zwar kommt dies bei der Leukämie vor, sowohl bei der myelogenen, als auch bei der lymphatischen Leukämie. Es ergibt zuweilen die Blutuntersuchung einige Stunden nach der ersten Bestrahlung, bzw. in den ersten Tagen der Behandlung, daß die an sich vermehrte Zahl der Leukozyten noch weiter steigt (es wurde dies bereits von Bozzolo und Guerra bemerkt); darauf folgt unmittelbar — gleichzeitig mit Verkleinerung der bestrahlten Lymphome und der Milz — eine Abnahme der Leukozyten, wobei die Zahl immer mehr herabgeht, bekanntlich weit unter die ursprüngliche Höhe, selbst bis zu normalen oder subnormalen Zahlen. Bei der lymphatischen Leukämie sind es die Lymphozyten, welche eine Vermehrung erfahren (v. Decastello), in anderen Fällen die polynukleären Leukozyten.

Die Steigerung der Leukozytose wurde schon nach schwachen und mäßigen Bestrahlungen beobachtet; Verfasser konnte erkennen, daß eine Steigerung der Dosen eine Verstärkung dieser Erscheinung und außerdem besonders heftige Allgemeinstörungen veranlaßte. Wenn schwache Bestrahlungen durch längere Zeit wiederholt werden, so kann das Stadium der artefiziellen weiteren Vermehrung der Leukozyten mehrere Wochen dauern.

Aubertin und Beaujard nehmen dabei eine chemotaktische Anlockung der Leukozyten an und nennen es eine „poussée leucocytaire" (Leukozytenschub), Holzknecht und Gerber sprechen von einer „Leukozytenausschwemmung" aus den bestrahlten Tumoren, Schleip und Hildebrand sehen hier nur eine temporäre Verlagerung der Leukozyten im Gefäßsystem. Meines Erachtens ist eine beschleunigte Reifung und eine vermehrte Bildung von Zellen in den bestrahlten Tumoren anzunehmen, worauf die jungen Zellen sofort ins Blut auswandern.

Diese Blutveränderungen sind die weitreichende Folge der lokalen „tiefen Frühreaktion" in den Geschwülsten, also auch eine initiale Reizwirkung der Strahlen.

Es gehen übrigens sehr häufig zu Beginn beträchtliche und wiederholte Schwankungen der Leukozytenzahl vor sich, eine „oscillation leucocytaire", wie es die eben genannten französischen Autoren nennen. Im ganzen ist aber die Vermehrung der weißen Blutkörperchen bloß **ein Vorbote der Verminderung** derselben im Blute.

Auch durch Bestrahlung der normalen Milz dürfte im Blute — wenn auch nur für ganz kurze Zeit und in geringem Grade — zuerst eine Leukozytose erscheinen, bevor die von v. Decastello und Verfasser beschriebene Leukopenie auftritt.

IV. Allgemeine Frühreaktion, Allgemein-Intoxikation, „Röntgenkater", Röntgenfieber.

Schon zu Beginn der Röntgenära wurden von französischen Forschern (Oudin, Barthélemy und Darier) nach Durchleuchtungen an Gesunden und Kranken, namentlich nach Untersuchungen des Abdomens Störungen des Allgemeinbefindens bemerkt; doch blieben diese Mitteilungen ganz vereinzelt.

Nach Bestrahlungen von Tumoren verschiedener Art wurden aber derartige Störungen sehr häufig beobachtet und zwar schon, als man in Amerika Tumoren zu bestrahlen anfing. Albers-Schönberg beobachtete sie bei Behandlung von Myomen, Gauß sprach hier von einem „Röntgenkater". Die Störungen nach Bestrahlungen von diversen Tumoren (Carcinomen, Sarkomen, Lymphomen mit oder ohne Leukämie) bestehen in Mattigkeit, Kopf- und Kreuzschmerzen, Übelkeit, selbst Erbrechen und Durchfällen; zugleich sind subfebrile Temperaturen, zuweilen sogar Fieber bis über 38°, selbst 40° zu beobachten; die Magen-Darmerscheinungen treten am stärksten nach Bestrahlungen des Abdomens auf.

Man nahm bei der Allgemeinstörung nach Bestrahlung von Tumoren als Ursache bisher meist den Zerfall von Zellen des Tumors an mit Übertritt der Zerfallsprodukte ins Blut, wobei diese toxisch und daher temperatursteigernd wirken sollten, und man sprach von „Röntgentoxämie" und „Resorptionsfieber".

Es dürfte sich aber, wie ich glaube, in Wirklichkeit umgekehrt um **Reizwirkung** der Strahlen im Tumorgewebe und entsprechend gesteigerten Stoffwechsel handeln, wobei die Bildung von toxischen Stoffen, die als **innere Sekretion** bereits früher im Gange gewesen ist, **verstärkt** wird. Die Allgemeinstörungen sind — ebenso wie die Blutveränderungen — die Folgen der in der Gruppe II genannten lokalen „tiefen Frühreaktionen" und treten vor allem als passagere Steigerung vorbestehender Störungen des Allgemeinbefindens auf.

Die Störungen können in verschiedenem Grad und Verlauf auftreten, z. B. schon nach einigen Stunden oder erst nach einigen Tagen entstehen und 24 Stunden oder mehrere Tage dauern; sie führen selten zu Bettlägerigkeit. Diese Unterschiedlichkeit dürfte erstens von der Art und Größe des Tumors, speziell seiner Radiosensibilität und Toxinbildung, und zweitens von der verwendeten Technik abhängen.

Die Erscheinungen treten namentlich in Fällen mit großen und multiplen hochempfindlichen Tumoren, z. B. bei gewissen Sarkomen und den meisten Lymphomen (mit oder ohne Leukämie) auf. Sie sind schon nach mäßig starken Bestrahlungen zu finden, sie sind aber — wie die tägliche Erfahrung zeigt — nach intensiven Bestrahlungen stärker. Nach einem oder mehreren Tagen verschwinden die Störungen wieder. Bei sehr schwachen Bestrahlungen erstrecken sich die Erscheinungen auf eine längere Zeit, nehmen aber dabei nur einen geringen Grad an, werden zuweilen überhaupt kaum bemerkt. Bei der stärksten Intensivbehandlung sollen sie, wenigstens bei Myomen, ganz fehlen (Fränkel, Krinski, Gauß und Lembke), hier wird das „Reizstadium übersprungen" und es kommt sofort zur „Lähmung" der Zellen. (Vielleicht waren die Störungen manchmal nur bei Nacht vorhanden, störten den Schlaf nicht und wurden daher übersehen.)

Eine Aufzählung der klinischen Charaktere der Erscheinungen ergibt:

1. sie kommen vor allem in jenen Fällen vor, in denen bereits Mattigkeit, subfebrile oder febrile Temperaturen und dergl. bestehen, also als Steigerung vorbestehender Störungen,
2. sie treten sehr bald nach der Bestrahlung auf,
3. sie nehmen keinen bedrohlichen Grad an,
4. sie gehen meist rasch zurück.

Gleich nach ihrem Rückgang **verschwinden meist auch die vorbestehenden Störungen vollkommen,** entweder für längere Zeit oder sogar für immer (entsprechend dem weiteren Verhalten des Tumors), es folgt unmittelbar ein Stadium besonderen Wohlbefindens. Aus der Mitteilung der Kranken, daß sie sich „nun viel wohler fühlen als früher", entnimmt man meist erst, daß früher der Allgemeinzustand gestört war. Die Veränderungen des Allgemeinzustandes und der Körpertemperatur nach der Bestrahlung können den Veränderungen des Blutes bei Leukämie in Parallele gesetzt werden: es besteht schon durch die Krankheit ein abnormer Zustand, dieser wird durch die Behandlung zunächst gesteigert und daran schließt sich sofort eine Besserung der Krankheit an.

Zur Zeit der Störungen tritt im allgemeinen noch keine Verkleinerung der Tumoren ein, diese folgt meist erst nach — zugleich mit der Besserung des Allgemeinbefindens.

Daraus geht hervor, daß es sich hier nicht um eine Folge von Resorption des Tumorgewebes (Resorptionsfieber) handelt; auch geht die Resorption selten schnell, vielmehr meist langsam vor sich und zieht sich durch längere Zeit hin. Es handelt sich also umgekehrt um eine anfängliche Reizung, und zwar stellt diese nur ein vorübergehendes Stadium eines Vorganges vor, welcher im wesentlichen in einer Einschränkung der Zelltätigkeit und Sistierung der damit verbundenen Vergiftung des Organismus besteht. Wenn sich manchmal schon zur Zeit der Störungen eine Verkleinerung des Tumors zeigen sollte, so spricht dies nicht gegen meine Annahme; denn die Wirkung im Tumor tritt nicht überall gleichzeitig ein, vielmehr



zuerst in den oberflächlichen, später in den tieferen Schichten, oben kann daher das Reizstadium schon vorüber und Schrumpfung im Gange sein, während unten erst die initiale Reizung vor sich geht.

Man hat hierin einfach ein **bedeutungsloses** initiales, prodromales Exzitationsstadium im Verlaufe eines degenerativen Zellprozesses zu sehen.

Man soll daher bei der Behandlung der Tumoren im allgemeinen keineswegs versuchen, durch schwache Bestrahlungen das Eintreten der Störungen zu vermeiden — wie man es oft anempfohlen findet — man würde dadurch auch die gewünschte Besserung des ganzen Zustandes hinausschieben.

Die Erscheinungen wurden, wie gesagt, bisher irrtümlich gedeutet, nur die bei Behandlung von Myomen auftretenden Allgemeinstörungen wurden bereits von einigen Autoren (von den oben genannten Gynäkologen) als eine erste Reizwirkung in den bestrahlten Teilen: Myom und Ovarien aufgefaßt.

Sowohl Früherythem, als auch Schwellung von Drüsen und Tumoren, sowie Leukozytose und Allgemeinstörungen, speziell Fieber, welche bald nach der Bestrahlung auftreten, auch rasch wieder verschwinden und — was die Tiefenwirkungen betrifft — dann dem erstrebten umgekehrten Zustand Platz machen, sind — wie es zum Teil schon Bergonié und Spéder vorgeschlagen haben — als zusammengehörige, verwandte Erscheinungen, als Früh- oder Vorreaktionen aufzufassen, und zwar — was diesen Autoren noch entgangen ist[1]) — als Symptome eines **initialen Reiz- oder Exzitationsstadiums.**

Die Erscheinungen entstehen — wie es oben für mehrere Formen der Frühreaktionen hervorgehoben wurde — vor allem durch große Dosen, nicht etwa durch kleine Dosen. Wer nach F. Schultz große Dosen als „Lähmungsdosen" und kleine Dosen als „Reizdosen" bezeichnen will, müßte die Erscheinungen also auf Lähmungsdosen zurückführen, wobei nur als erste Wirkung der Bestrahlung — ich möchte sagen: „durch den Anprall der Strahlen" — als vorübergehendes Stadium eine Reizung auftritt.

Nur dann würden Lichtmengen wirklich Reizdosen darstellen, wenn sie als alleinige Wirkung eine Irritation der Zellen erzeugten, also eine Stimulation, bei der es bleibt und die nicht ein vorübergehendes Stadium eines degenerativen Prozesses ist.

Kleine Dosen sind aber im allgemeinen ganz unwirksam; nur Lichtmengen von bestimmter Höhe, knapp unterhalb der kleinsten Lähmungsdosen liegend, und nach oben und unten hin eng abgegrenzt, könnten zuweilen ausschließlich als Reiz wirken. Diese Dosen liegen also gerade **an der Wirkungsschwelle**, daher ist auch der **Reiz**, den sie ausüben können, **nur gering**.

In einem von einem Punkte aus bestrahlten Körperteil ist nun die Lichtverteilung keineswegs eine gleichmäßige, „homogene", es nehmen vielmehr die absorbierten Lichtmengen nach der Tiefe (und nach der Seite, i. e. peripheriewärts) rasch ab. Zerlegt man den Körperteil, bzw. die spezielle Gewebsmasse (Tumor) in unzählige kleine Würfel oder dünne Schichten und unterscheidet entsprechend viele Kleinwürfeldosen, bzw. Dünnschichtdosen, so hat man ein Dosenmosaik von verschieden großen Dosen und zwar einen kontinuierlichen Verlaufer vor sich. Jene schwachen Schwellendosen können daher im allgemeinen **nur in einer dünnen**, in gewisser Tiefe des Gewebes gelegenen **Schicht** zur Absorption kommen; die darüber befindlichen Schichtdosen sind kleine bis große „Lähmungsdosen", die darunter gelegenen Schichtdosen sind unwirksam. **Die Wirkung der Lähmungsdosen drängt demnach aus zwei Gründen die der Reizdosen ganz in den Hintergrund.**

Man kann somit schon aus technischen Gründen einem Fall nur sehr schwer — absichtlich oder unbeabsichtigt — einfach Reizdosen applizieren. Nebenbei bemerkt wären es, wenn man die absolute Größe der Lichtmenge in Betracht zieht, bei unterempfindlichen Tumoren, wie Carcinomen, verhältnismäßig große Dosen, bei hochempfindlichen Geschwülsten: den meisten Lymphomen und Sarkomen ganz kleine Dosen.

Es wurden hiermit zwei Tatsachen besprochen, welche die Besorgnis vor einer Gefährlichkeit und Schädlichkeit der Röntgentherapie bei malignen Tumoren, speziell vor einer stimulierenden Wirkung der Bestrahlungen, stark herabsetzen müssen.

[1]) l. c. Zeile 10: „Nous avons cherché en vain une explication de ces troubles."

Aus dem Röntgeninstitut im Sanatorium Fürth in Wien.

„Ellbogenscheibe" („Patella cubiti") und Olekranonfraktur.

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck**.

(Hierzu Tafel III.)

Vor Jahren konnte ich in der k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien einen Mann mit einem eigentümlichen, beweglichen großen, Knochenstück an jedem Ellbogengelenke vorstellen, ich faßte es — sowie Pfitzner in analogen Fällen — als Sesambein auf und nannte es wegen seiner mehrfachen Analogie mit der Kniescheibe: „Ellbogenscheibe", „Patella cubiti".

Seitdem beobachtete ich einen zweiten Fall mit einem ähnlichen Befund. Es sollen hier beide Fälle beschrieben werden; der erste wurde zwar bereits seinerzeit in einem Wiener Blatt publiziert, doch ist dieses nur einem beschränkten Leserkreis zugänglich und es wurden keine photographischen Reproduktionen der Röntgenbilder beigefügt; vor allem bin ich aber jetzt zu einer anderen Auffassung der Natur des Knochens gelangt.

Fall I

(bereits 1903 veröffentlicht).

Wenzel S., 31jähriger Bäcker, am 21. Juni 1902 von Herrn Dr. J. Donath übersandt. In der Familie des Patienten sind keine ähnlichen Fälle bekannt. Der Patient, vom 14. bis 27. Jahre ein eifriger Turner, bemerkte die Veränderung der Ellbogengelenke erst bei Gelegenheit von Traumen; mit 17 Jahren verletzte er sich beim Sprung in seichtes Wasser das linke, mit 21 Jahren beim Sturz vom Reck das rechte Ellbogengelenk; jedesmal schlug er mit gebeugtem Gelenk auf und empfand ziemlich heftigen Schmerz. Die Ärzte hielten die Veränderung beidemale für Olekranonfraktur, um so mehr als damals Schmerzen und „Knacken" bestanden, und legten fixen Verband an, worauf das Gelenk längere Zeit steif blieb.

Klinischer Befund: Körperlänge 158 cm, plumper Knochenbau, Claviculo-acromialgelenke beiderseits beträchtlich verdickt und prominent, sehr gut ausgebildete Muskulatur und geringes Fettpolster. Die Ellbogengelenke sind beiderseits abnorm.

Rechterseits findet sich das Olecranon ulnae anscheinend nach oben hin bedeutend vergrößert; bei genauerer Untersuchung ist aber ein isolierter knochenharter Körper vorhanden, durch eine seichte quere Furche vom (wulstig verdickten) Olekranonfortsatz geschieden, nach der Längs- und der Querrichtung mäßig gewölbt, ziemlich glatt, zirka 3 cm lang (in der Armachse gemessen) und 4 cm breit. Es gelingt, den Körper vom Olekranonfortsatz mit den Fingern ein wenig abzuziehen und seitlich zu verschieben; er erzeugt — namentlich bei Streckung des Armes — hinten eine entsprechende Prominenz.

Die Streckung ist nicht ganz bis zur Geraden durchführbar, auch Pronation und Supination sind etwas eingeschränkt.

Linkerseits läßt sich oberhalb des — wie rechts — verdickten fixen Olekranon ein ähnliches Knochenstück nachweisen, mit dem Unterschied, daß es von demselben zirka 3 cm entfernt, durch eine viel breitere und tiefere Furche getrennt ist, mehr prominiert und nur locker befestigt ist. Bei gestrecktem Arm und erschlaffter Muskulatur läßt sich der Knochen mit dem Finger longitudinal und transversal verschieben, er wandert auch bei aktiver und passiver Bewegung des Ellbogengelenks auf- und abwärts. Ferner vermag Patient bei Streckung des Gelenks durch kräftige Kontraktionen des Trizeps den genannten Knochen ruckartig emporzuziehen, etwa um $^1/_2$ cm.

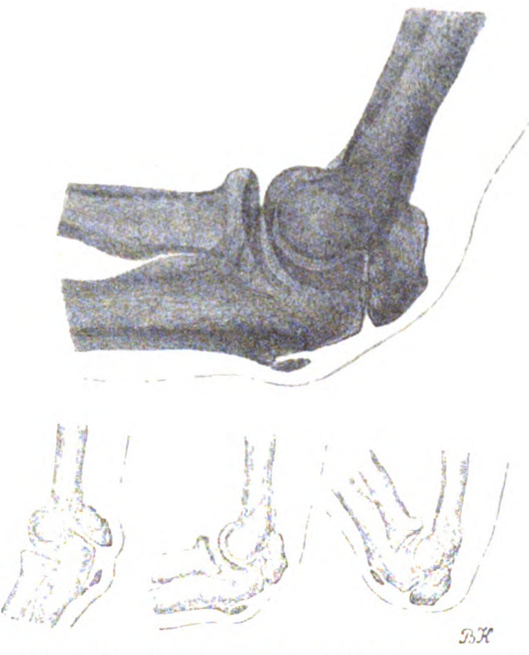
Auch am linken Ellbogengelenk ist nur die Beugung vollkommen frei, die Kraft bei Beugung und bei Streckung ist beiderseits der voluminösen Muskulatur entsprechend gut.

Radiologsicher Befund.

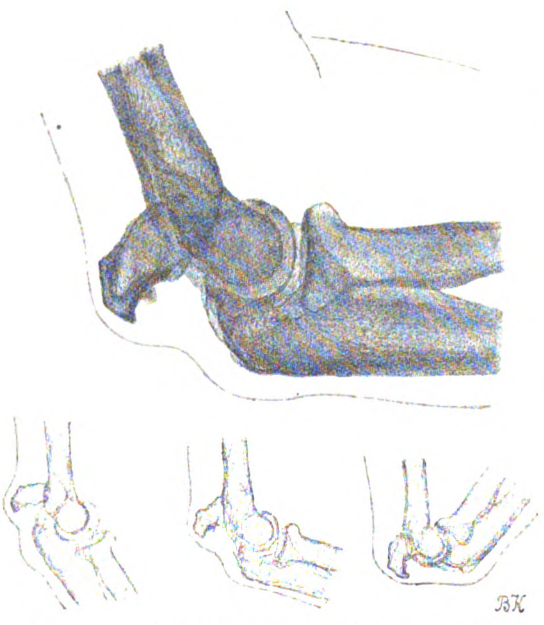
Rechtes Ellbogengelenk (Textfigur 1 und Tafel III, Figur 1 bis 4).

Medialaufnahme (Platte innen) bei Mittelstellung des Gelenks. Oberhalb des Olekranonfortsatzes, von demselben durch eine helle Zone getrennt, findet sich ein großes Knochen-





Figur 1. Fall I, rechtes Ellbogengelenk. Oben in $^1/_2$ natürlicher Größe. Bei Betrachtung der unten abgebildeten Bilderserie von Streckung zu Beugung des Gelenks sieht man, daß die „Patella cubiti“ dem Olekranon dicht angelegt bleibt und sich an demselben nur wenig verschiebt.



Figur 2. Fall I, linkes Ellbogengelenk. Verfolgt man in der unteren Bilderserie die Lage des isolierten Knochens beim Übergang aus der Streckstellung des Gelenks in Beugung, so sieht man, daß er dem Olekranon mit der inneren Kante nicht folgt, sondern nur mit der äußeren Kante, und auch mit dieser nur ein kurzes Stück, wobei er sich etwas umlegt.

stück von der Gestalt einer Patella; der Knochen bewirkt eine Prominenz des Hautkonturs, so daß an der Streckseite des Gelenks zwei stumpfe Prominenzen entstehen, ähnlich wie am gebeugten Kniegelenk durch Patella und Femurkondylen. Der Knochen zeigt eine dichte Spongiosa und eine dünne Kortikalis. Er berührt mit seiner Vorderseite die Fossa supratrochlearis humeri, unten den Olekranonfortsatz; es sind hier vorne zwei Facetten vorhanden, sie sind durch eine quere stumpfe Kante getrennt. Die dorsale gewölbte Fläche des Körpers liegt zum Teil direkt unter der Haut, zum andern Teil dient sie der Trizepssehne zum Ansatze.

Humerus, Radius und Ulna sind nicht weiter deformiert, nur ist der Olekranonfortsatz der Ulna ein wenig verkürzt und gegenüber dem Knochenstück etwas abgeplattet; eine Tuberosität fehlt hier, eine solche befindet sich vielmehr auf dem isolierten Knochen. Ferner trägt die Ulna dorsal, und zwar weiter distal einen etwa linsengroßen Knochenfortsatz, der an der Basis abgebrochen und ein wenig disloziert ist. Die Röhrenknochen sind plump, die Kortikalis ist massiv.

Bei maximaler Beugung zeigt sich die relative Lage des Knochens zum Olekranonfortsatz unverändert, beide sind gemeinsam an dem Humerus abwärts geglitten.

Auf dem Wege zur möglichsten Streckung aber ändert der Knochen seine Lage zum Olekranonfortsatz ein wenig, er stellt sich auf seine proximale Kante, die nun nach vorne sieht. Der Knochen schiebt sich dabei über den Olekranonfortsatz eine Strecke dorsalwärts heraus, die Prominenz des Hautkonturs wird hier höher, die Furche zwischen Olekranon und Knochen ausgeprägter.

Dorsalaufnahme (Platte dorsal, Tafelfigur 4). Die Knochen zeigen sich im allgemeinen in ihrer Form nicht verändert, nur erscheint die obere Kante des Olekranonfortsatzes in querer Richtung leicht grubig vertieft. In diese Grube ist der isolierte Knochen, der fast die volle Breite des Olekranonfortsatzes besitzt, eingepaßt; zufolge Verkürzung präsentiert er sich auffallend klein, die obere Kante ist stumpf abgerundet, an einer Stelle leicht eingekerbt.

Auf den Radiogrammen finden sich an dem Knochen beiläufig folgende Maße: Länge 36, Breite 33, Dicke 17 mm.

Linkes Ellbogengelenk, Medialaufnahmen **(Textfigur 2 und Tafel III, Fig. 5 bis 7).**

Hier zeigt sich ein ähnlicher Knochen, nur ist derselbe in Kantenstellung und daher weiter vom Olekranonfortsatz entfernt und an der Unterseite zackig. Die Einsenkung des Hautkonturs zwischen beiden ist viel tiefer als rechts, die obere Prominenz bedeutend höher.

Bei Untersuchung des Gelenks in verschiedenen Stellungen sind die folgenden Lageveränderungen des isolierten Körpers zu beobachten, wenn man mit dem erzielbaren Grade von Streckung beginnt und allmählich zur maximalen Beugung über-

geht: die obere Kante des Körpers bleibt dabei fast an einer und derselben Stelle der Fossa supratrochlearis humeri; nur die untere Kante rückt dem Olekranon eine Strecke nach, der Knochen legt sich also aus seiner Kantenstellung mehr um.

Fall II

(noch nicht veröffentlicht).

Albert R., 32 Jahre alt, Buchdrucker, übersandt von Herrn Primarius Dr. Gorhan am 26. III. 1907.

Kleiner, blasser, ziemlich muskulöser Mann. Er glaubt, sich vor vier Tagen beim Pferdturnen rechts durch Zerrung des Armes unter Schmerzen und Knacken eine „Ellbogenfraktur“ zugezogen zu haben; er sollte aus der Stützstellung in die umgekehrte Stellung voltigieren, fiel aber dabei zu Boden.

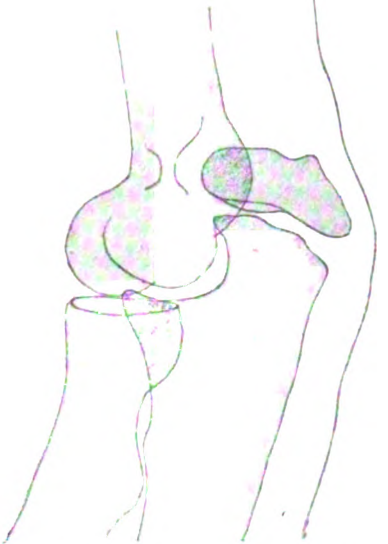
Klinischer Befund: An dem Olekranon ist eine ziemlich tiefe Furche vorhanden, der distale Teil des Knochens läßt sich gegen den proximalen ein wenig verschieben. Die Haut ist hier ein wenig gerötet, weiter unten an der Streckseite des Vorderarms etwas geschwollen. Die Beugung ist passiv bis 90° möglich, etwas schmerzhaft; die Supination ist auch durchführbar und ebenfalls schmerzhaft.

Seit vielen Jahren spürte Patient in dem Ellbogengelenk ab und zu Knarren, Knacken und Schmerzen, namentlich beim Strecken.

Er ist seit 15 Jahren Turner, hat sich viermal Luxation des rechten Knies zugezogen.

Radiogramm des rechten Ellbogengelenks, Medialaufnahme (**Textfigur 3**, **Tafelfigur 8**): Oberhalb des normalen und etwas kurzen Olekranonfortsatzes liegt ein großer, scheibenförmiger Knochen, zwischen beiden ist eine helle Zone vorhanden. Die vordere Kante des Knochenstückes liegt in der Fossa supratrochlearis humeri. Die **Maße** im Bild sind: anteroposteriorer Durchmesser 31 mm, Dicke zirka 11 cm. Der Olekranonfortsatz ist gegenüber dem losen Knochen etwas uneben und verschwommen aufgehellt.

Die Untersuchung des linken Ellbogengelenks ergab einen völlig normalen Befund.



Figur 3. Fall II, rechtes Ellbogengelenk (Konturzeichnung, Ton schematisch gleichmäßig gehalten, ca. 2/3 der natürlichen Größe).

Es handelt sich also in beiden Fällen um das Vorhandensein eines isolierten, beweglichen, großen Knochens an der Streckseite des Ellbogengelenks, über dem fixen Olekranon, und zwar bei Fall I doppelseitig, bei Fall II bloß einseitig.

Das am rechten Ellbogengelenk von Fall I sitzende Knochenstück ist etwas anders gestaltet als das linksseitige; es ist vor allem überall mit einer glatten Oberfläche versehen, nicht nur hinten (oben) gegen die Trizepssehne, sondern auch vorn (unten) gegen das fixe Olekranon. Dieses Knochenstück verdient eine **nähere Beschreibung**.

Die vordere (untere) Fläche ist eine freie, vielleicht ganz überknorpelte Fläche; diese zerfällt in zwei ziemlich gleiche, mit einer flachen Kante zusammenstoßende Facetten, eine obere und eine untere. Der Knochen artikuliert mit der oberen Facette am Humerus (Fossa olecrani), mit der unteren Facette an der Ulna (fixes Olekranon).

Die hintere (obere) Fläche zerfällt ebenfalls in einen oberen und unteren Teil, beide sind flach konvex und durch eine quere Kante geschieden. Die obere Fläche dient wohl der Hauptmasse der Trizepssehne zur Insertion, die untere Fläche nur wenigen Fasern, sie liegt knapp unter der Haut. Das Knochenstück ist mit dem Olekranonfortsatz ziemlich fest verbunden und es ziehen offenbar auch Trizepsfasern direkt dahin, als Verstärkung der Gelenkskapsel.

Wenn man bei gestrecktem Arm das Knochenstück mit den Fingern faßt, kann man es seitlich verschieben. Bei Bewegungen des Ellbogengelenkes (sowohl aktiven als auch passiven) bleibt es dicht an den Olekranonfortsatz liegen, es folgt allen Bewegungen desselben.

Von den übrigen Bestandteilen des Gelenkes zeigt nur der Olekranonfortsatz der Ulna eine Veränderung, er ist etwas kürzer als gewöhnlich.

Es ist eine mäßige Behinderung der Funktion des Gelenkes vorhanden, es ist vor allem die Streckung, aber auch die Pro- und Supination etwas eingeschränkt.

Bei Streckung des Ellbogengelenkes stößt der Knochen mit seiner oberen Kante an den oberen Rand der Fossa olecrani des Humerus an; er schiebt sich dabei mit seiner unteren Kante und Facette hinten heraus, so daß zwischen ihm und dem fixen Olekranon eine Stufe entsteht. Bei Beugen des Gelenkes legt sich der Knochen ganz flach der Fossa olecrani des Humerus an, die maximale Beugung ist nicht behindert. Die Kraft im Gelenk ist normal.

Das Knochenstück ist nach **Pfitzner,** dem ich bei der ersten Besprechung des Falles (1903) folgte, als großes **Sesambein** anzusprechen, als „Sesamum cubiti", es könnte dann auch als „Patella cubiti", „Ellbogenscheibe" bezeichnet werden, wie ich damals vorschlug. Es sieht aus wie ein Sesambein, hat speziell eine ganz ähnliche Gestalt wie die Patella am Kniegelenk, es ist auch so in die Trizepssehne eingebettet wie die Patella in die Quadrizepssehne. Von Pfitzner (siehe unten) wurden aus der Literatur analoge Fälle gesammelt und durchwegs als „Sesambein" aufgefaßt. Dafür scheint auch die allseitig ebene Oberfläche, wobei die untere Fläche vielleicht ganz überknorpelt ist, und das Vorhandensein einer ähnlichen Veränderung am anderen Ellbogengelenk zu sprechen, endlich das typische Vorkommen desselben Knochens in mehreren Fällen.

Dennoch liegt nach meiner heutigen Überzeugung einfach **eine alte, nicht verheilte Olekranonfraktur (Pseudarthrose)** vor, u. zw. ein Abbruch der Epiphyse bei Zerreißung nur weniger Kapselfasern. Dann entstanden durch Reibung und Abschleifung der dicht beieinander bleibenden, aber sich nicht vereinigenden Bruchflächen ebene, vielleicht überknorpelte Flächen. Es handelt sich um eine Fraktur, denn das Knochenstück hat genau die Gestalt einer (abgebrochenen) Olekranonepiphyse, besitzt speziell auch oben (hinten) eine Tuberosität, es paßt unten an den restierenden Olekranonfortsatz der Ulna, dieser ist verkürzt und die volle Streckung des Ellbogengelenks ist unmöglich, auch Pro- und Supination sind etwas eingeschränkt.

Von Olekranonfrakturen ist bekannt, daß sie manchmal in der Epiphysenlinie vorkommen und daß sie häufig nicht knöchern verheilen, sei es daß das Fragment nicht an die Stelle herangebracht werden kann, sei es daß dies zwar möglich ist, aber eine Ernährungsstörung die Kallusbildung hindert; endlich daß trotzdem die Gebrauchsfähigkeit des Gelenkes eine gute wird, wobei nur volle Streckung undurchführbar ist. Das Vorhandensein einer Veränderung am Gelenk wurde auch vom Patienten erst nach einem Trauma entdeckt, und zwar bei einem Sturz vom Reck im 21. Lebensjahr mit Aufschlagen auf das gebeugte Ellbogengelenk, mit Schmerzen und Krepitation. Der Befund wurde damals auch vom Arzt für Olekranonfraktur gehalten und entsprechend behandelt.

Es handelt sich offenbar auch bei den **anderen ähnlichen Fällen** nicht — wie die Anatomen meinen — um ein abnormes Sesambein, also eine kongenitale Anomalie, sondern um alte, nicht geheilte Olekranonfraktur.

In der Literatur fand ich mehrere derartige Fälle mit großem platten Knochenstück an der Streckseite des Ellbogengelenks als Sesambein beschrieben, und zwar vor allem die Fälle von Chenal, von Tillesen (beide zitiert bei Pfitzner) und von Füllhafen (zitiert bei Krause); es wurde auch hier betont, daß „das Gebilde in der Sehne des Trizeps wie die Patella in der Sehne des Quadrizeps lag, die Form einer Kniescheibe hatte und vorne eine verknorpelte Fläche besaß". Bei Tillesen finden sich Angaben über die Größe dieses Knochens vor: er war 23 mm lang, 35 mm breit und 15 mm dick, also ähnlich wie in meinem Falle.

Ein Sesambein in der Trizepssehne des Ellbogengelenkes kommt übrigens auch bei Säugetieren nur selten vor, z. B. bei Fledermäusen (Vespertilio).

Bei dem **linken Ellbogengelenk unseres Falles I** ist es leichter zu erkennen, daß

einfach eine Olekranonfraktur vorliegt, und zwar mit starker Kapselruptur und entsprechender großer Diastase des Fragmentes („langbändrige Pseudarthrose“). Die Trennung erfolgte auch hier in der Epiphysenlinie und es war vielleicht eine echte Epiphysenlösung zur Zeit, wo noch eine Knorpelfuge bestand (Trauma im 17. Jahr). Die unebene, zum Teil zackige Beschaffenheit der unteren Fläche des losen Knochenstückes ist für Fraktur charakteristisch.

Die Doppelseitigkeit der Fraktur ist vielleicht durch eine lokale Disposition zu erklären; Näheres läßt sich aber nicht eruieren. Vielleicht bestand eine abnorme Schlaffheit der Kapsel oder eine abnorme Dicke des Olekranon, welches sich bei forcierter Streckung (Überstreckung) des Gelenkes allzu stark an den Humerus anstemmte; die Angabe des Patienten, daß die Verletzungen durch Aufschlagen mit gebeugten Ellbogengelenken auf die Unterlage stattgefunden haben, könnte ja irrtümlich sein, und zwar könnte die Empfindung durch den lokalen Schmerz vorgetäuscht worden sein. Oder das Olekranon brach aus einem andern Grunde leicht ab, etwa durch eine minder feste Verbindung an der Stelle der Epiphysenfuge. Kongenitale Syphilis und Barlowsche Krankheit gehen zwar oft mit Epiphysenlösungen einher, aber nur in der ersten Kindheit, die Affektionen würden nicht so lange nachwirken, sind also in unseren Fällen nicht als Ursache der Disposition anzunehmen. Auch die Angabe des Mannes, daß die Fraktur links im 17. und rechts im 21. Jahr stattgefunden habe, könnte irrig sein; die ebene Beschaffenheit der Bruchflächen am rechten Ellbogengelenk und die zackige Beschaffenheit der Bruchflächen am linken Gelenk würden eher darauf hinweisen, daß umgekehrt zuerst das rechte und später das linke Olekranon brach: rechts bei noch korpeliger Epiphysenfuge (Epiphysenlösung), links nach Schließung derselben (echter Knochenbruch).

In unserem **Fall II** handelt es sich am rechten Ellbogengelenk sowohl nach der Anamnese, als auch nach der Schwellung und Rötung der Haut, sowie nach der Schmerzhaftigkeit des Gelenkes, endlich nach der stellenweise verschwommenen Begrenzung der Bruchflächen im Röntgenbilde um eine frische Verletzung, u. zw. ebenfalls Abbruch der Epiphyse des Olekranons. An der Bruchstelle sind offenbar nur wenige Fasern der Kapsel durchgerissen, denn die Diastase des Fragmentes ist nur gering. Wenn trotzdem die Konsolidation ausbleiben sollte, wird sich höchstens eine kurzbändrige Pseudarthrose bilden — wie in unserem Falle I am rechten Ellbogengelenk — es wird dann auch eine „Patella cubiti“ vorgetäuscht sein.

Bei der Differenzialdiagnose der Olekranonfraktur kommen noch in Betracht:

1. Intramuskuläre Ossifikationen (traumatische Osteome),
2. Intratendinöse Ossifikationen („Knochensporne“).

Ad 1. Traumatische Osteome von entsprechender Größe kommen an den Ellbogengelenken nicht selten vor, sie sind aber vorne an der Beugeseite (im Musculus brachialis) gelegen und nicht etwa hinten an der Streckseite, sie haben auch eine ganz andere Form und Struktur.

Ad 2. Intratendinöse Ossifikationen des Ansatzes der Trizepssehne, „Knochensporne“ kommen am Olekranon häufig vor; solche Sporne sind spitzig, bzw. blattförmig, klein und sitzen dem Knochen, und zwar der Tuberosität direkt auf. Es handelt sich bei diesen Bildungen wohl um das Produkt von Zerrungen und Ernährungsstörungen der Sehne und des anliegenden Schleimbeutels, der Bursa intratendinea olecrani. Ich nannte den Sporn seinerzeit „Processus anguli olecrani“; es ist dies keineswegs eine kongenitale Anomalie, wie ich damals meinte. Der Sporn kann zuweilen verhältnismäßig groß sein, auch abbrechen und emporrücken, doch zeigt er sich auch dann noch als eine einfache umschriebene Verknöcherung der Insertion der Trizepssehne.

Die Fälle von Pfitzner („erbsengroßer kugelrunder Sesamknochen in der Trizepssehne, bei äußerster Streckung das Olekranon berührend“) und von Virchow („sehr großes Knochenstück in der Sehne des Trizeps kurz vor ihrer Insertion an das Olekranum“, „ein diskontinuierlicher Sehnenknochen“, „bietet

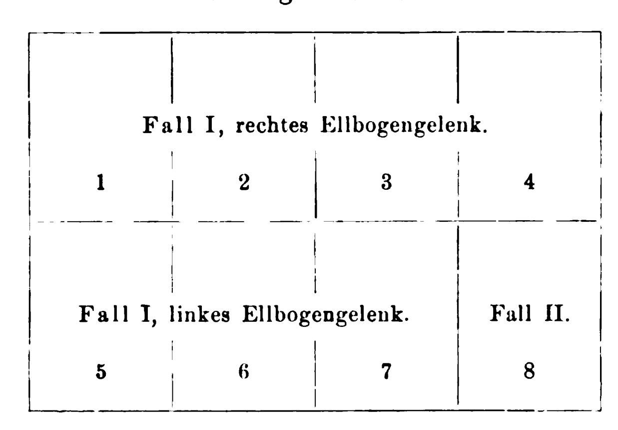


manche Ähnlichkeit mit Sesambeinen*) sind offenbar teils zu den Olekranonfrakturen, teils zu den oberflächlichen Abreißungen der Tuberositas olecrani und (abgebrochenen) Spornen zu rechnen.

Auch der Fall, welchen Gocht in seinem Lehrbuch abbildet, stellt wohl einen großen Olekranonsporn vor, welcher abgebrochen und ein wenig disloziert ist.

Unser Fall I zeigt am rechten Ellbogengelenk einen ähnlichen Sporn, nur sitzt er nicht an der gewöhnlichen Stelle, an der Tuberosität des Olekranon, sondern etwas tiefer, wohl entsprechend der Deformation des Ellbogengelenkes und entsprechend einem weiteren Hinabreichen von Fasern der Trizepssehne.

Erklärung zu Tafel III.



Bei Fall I ist sowohl beim rechten als auch beim linken Ellbogengelenk der Übergang von möglichster Streckung zu maximaler Beugung dargestellt.

Literatur.

Virchow, Krankhafte Geschwülste 1864—65, Bd. II, Seite 70.
Pfitzner, Schwalbes morphologische Arbeiten Bd. I, Seite 575.
R. Wiedersheim, Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1886.
W. Krause, Skelett der oberen und unteren Extremität, G. Fischer, Jena 1909.
Kienböck, Demonstration eines Falles von Patella cubiti, k. k. Gesellschaft d. Ärzte, Wien, 15. V. 03.
Derselbe, Patella cubiti. Wiener med. Presse 1903, Nr. 28, 29, 30. (Beschreibung der oben als „Fall I“ angeführten Beobachtung.)

Über Sekundärstrahlen.

Von

Dr. **Franz Locher** in Konstanz.

Die „Dosen“, welche in der gynäkologischen Tiefentherapie zur Verwendung kommen, differieren bei verschiedenen Autoren ganz gewaltig; dem gegenüber differieren die Prozente der Erfolge viel weniger. Nun ist nicht anzunehmen, daß die einzelnen Autoren Unwahres berichten, sondern der scheinbare Widerspruch beruht wohl darauf, daß die Tiefendosen viel geringere Differenzen aufweisen, und die Ursache davon liegt zum Teil in dem Auftreten von Sekundärstrahlen. Dieser Gedankengang hat mich zur vorliegenden Arbeit geführt.

Unter „Sekundärstrahlen“ verstehen wir zweierlei ganz verschiedene Dinge. Die eine Art entsteht analog der diffusen Reflexion des gewöhnlichen Lichtes. Die Strahlenqualität dieser Strahlen ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht anders als die der primären. Jedes Atom oder Uratom wird zum leuchtenden Punkt, der nach allen Seiten sein Licht ausstrahlt.

Die zweite Art entsteht analog der Fluoreszenz des Lichtes. Diese spezifische Sekundärstrahlung hängt bloß ab von der Natur des Elementes, das von den Röntgenstrahlen getroffen wird, ist immer weicher als die primäre Strahlung.

Von den letzteren Strahlen, welche bei den Metallen eine große Rolle spielen, soll hier nicht die Rede sein.

Für die erste Art bietet der menschliche Körper einen sehr günstigen Entstehungsort, wie z. B. die mißlungenen Becken- und Wirbelsäulenaufnahmen früherer Jahre beweisen. Um sie zu erforschen, wäre es falsch, wenn man sich des Aluminiummodelles, wie es etwa Gauß und Lempke konstruierten, bedienen wollte. Ich habe mich der physiologischen Kochsalzlösung 0,9% im Holzgefäß bedient, und wo es nötig war, dünne Zelluloidlamellen zum Trockenhalten der photographischen Reagenzpapiere verwendet.

Bei den dem Praktikus zur Verfügung stehenden bescheidenen Mitteln konnte ich nicht allzuviele Experimente machen; auch ist die Genauigkeit nicht allzugroß. Aber ich glaubte, daß bei dem Stand der röntgenologischen Meßverfahren eine Genauigkeit von etwa 10% Fehlergrenze genüge, um einen Einblick in die Verhältnisse zu gewähren.

Die Röntgenstrahlen sind charakterisiert in ihrer Qualität durch die verschiedene Durchdringungsfähigkeit, die sie für das Gewebe haben. Das Maß dafür ist der Absorptionskoeffizient oder die Halbwertschicht. Für welches von beiden man sich entscheidet, ist Geschmacksache. Ist der Absorptionskoeffizient = a, die Halbwertschicht = w, so ist

$$w = \frac{\log 0,5}{\log 1-a} \quad . \; . \; . \; . \; . \qquad 1)$$

Ich habe mich für den Absorptionskoeffizienten entschieden, weil dem Mediziner, dem die höhere Mathematik mehr weniger fremd ist, die Rechnung mit dem Absorptionskoeffizienten leichter geht.

Ich will ganz kurz einige Wirkungsregeln für die primären Strahlen rekapitulieren.

Der Wirkungskoeffizient hängt zunächst ab vom Streuungsgesetz. Die X-Zahl nimmt ab proportional dem Quadrat der Entfernung von der Antikathode. — Es gibt wenig Binsenwahrheiten, die von reklamemachenden Fabrikanten so sehr konstant vergessen werden.

Dazu kommt die Schwächung der Strahlen nach dem Absorptionsgesetz. Ist die Oberflächenmenge m, die Tiefe d, der Absorptionskoeffizient a so ist die im dten cm zur Absorption gelangenden Menge

$$md = m \, . \, (1-a)^d a. \qquad 2)$$

Das Optimum ist dann vorhanden wenn

$$a = \frac{1}{1+a}$$ [1]) also ist der beste Absorptionskoeffizient:

Tabelle 1.

für d =	0,11,	0,25,	0,43,	0,67	cm
a	0,9	0,8	0,7	0,6	

für d =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	cm
a	0,5	0,33	0,25	0,2	0,18	0,14	0,125	0,11	0,1	0,09	

Da unsere Röhren keine härteren Strahlen geben als etwa vom Absorptionskoeffizienten 0,3, so müssen wir meist die härtesten Strahlen nehmen, die wir haben.

Die Gefahr für die Haut ist $= \frac{ma}{m(1-a)^d a} = \frac{1}{(1-a)^d} \; . \; . \; .$ 3)

Das heißt, je härter die Röhre, je weniger tief wir wirken müssen, um so weniger ist die Haut gefährdet. Zu harte Strahlen sind nicht gefährlich, sondern höchstens unökonomisch.

[1]) Mittels Differentialrechnung zu beweisen. Herr Professor Martin von Freiburg hatte die Güte, mir die Berechnung zu machen.

Sekundärstrahlen.

1. Ein Strahl, der in einem Medium, wie es der menschliche Körper ist, seinen Weg verfolgt, verwandelt jedes Uratom desselben in einen leuchtenden Punkt, der seine Sekundärstrahlen nach allen Seiten aussendet. In der Entfernung d von der Oberfläche t sei der Punkt P. Von t nach P führe ein Bleirohr mit ganz geringem Lumen. Die Sekundärstrahlenmenge die der Strahl AP in der Einheit des Weges erzeugt, wenn die primäre Menge $= m$ ist, sei M — ohne Berücksichtigung der Absorption. $\frac{M}{m}$ ist dann gleich dem Sekundärstrahlenkoeffizienten s.

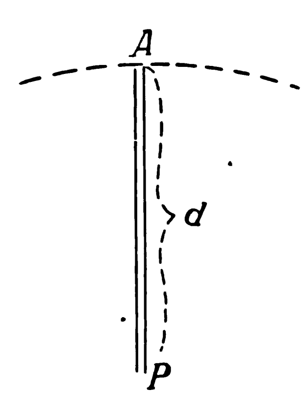


Fig. 1.

Der Punkt P erhält also vom ersten Zentimeter die Sekundärstrahlenmenge $ms(1-a)^d$, vom zweiten ebensoviel usw. Summiert man, so kommt für die ganze Strecke $AP = d$ heraus $ms(1-a)^d d$. Für die tiefer gelegenen Schichten, welche nach rückwärts ebenfalls Sekundärstrahlen entsenden, geht der Vorgang weiter, so daß die Wirkung des nächsten Zentimeters $= ms(1-a)^{d+1}$, des übernächsten $ms(1-a)^{d+3}$ und so weiter, bis die Schicht des Körpers aufhört. Ist die Entfernung von P bis an die Grenze $= d_1$, so erhalten wir als Gesamtsumme:

$$sm(1-a)^d(1-a)^2\left(\frac{1-(1-a)^{2d_1}}{1-(1-a)^2}\right)\ldots \qquad 4)$$

Ist $d_1 = \infty$, was etwa von $d_1 = 5$ an ohne merkliche Ungenauigkeit angenommen werden kann, so wird aus dieser Formel:

$$sm(1-a)^d\left(\frac{(1-a)^2}{2a-a^2}\right)\ldots \qquad 5)$$

Die gesamte Sekundärstrahlenmenge ist gleich:

$$sm(1-a)^d\left(d+\frac{1}{2a-a^2}-1\right)\ldots \qquad 6)$$

Hieraus ergibt sich schon etwas ganz Interessantes.

Ist $a = 0{,}2$, so ist der Wert des dritten Faktors $= d + 1{,}8$, also meist gegen d gering. (Dieser Wert ist das Maximum, das in der Tiefentherapie vorkommt)

$$\text{bei } a = 0{,}5 \text{ (Strahlen von 8—9 We) } d + \frac{1}{4}$$

$$\text{bei } a = 0{,}7 \text{ (Strahlen von 6 We) } d + \frac{1}{100}.$$

Daraus folgt für die Röntgenographie, daß Kassetten mit Bleiplatten unnötig sind, da die Sekundärstrahlung von hinten her sehr gering ist.

2. Eine 1 cm dicke kreisförmig begrenzte Platte erhalte gleichmäßiges paralleles Röntgenlicht von der Menge m und sende Sekundärstrahlen nach dem Mittelpunkt O. Der Radius sei $= r$.

Von dem äußersten Ring gehen Sekundärstrahlen aus, welche schließlich in O die Lichtmenge $ms(1-a)^r \cdot 2r\pi$ haben. Vom nächsten Kreis mit Radius $r-1$ kommt in die Mitte $ms(1-a)^{r-1}2(r-1)\pi$ usw. Die Gesamtsumme ist $= 2\pi ms\,[(1-a)^1 1 + (1-a)^2 2 + (1-a^3)3 \ldots + (1-a)^{r-1}(r-1) + (1-a)^r r]$.

Der Ausdruck in der eckigen Klammer [ ] ist gleich einer Reihe von r geometrischen Reihen. Man erhält schließlich dafür den Wert

$$\frac{1}{a^2}\left((1-a)-(1-a)^{r+1}-ar(1-a)^{r+1}\right)\cdot$$

und als Gesamteffekt der Sekundärstrahlen in O

$$\frac{ms\cdot 2\pi}{a^2}\left[(1-a)-(1-a)^{r+1}(1+ar)\right]\ldots \qquad 7)$$

Zunächst ist von Interesse, wie sich die einzelnen Ringe zueinander verhalten.

Ist der Radius von einem Ring $= r$ vom nächsten $r+1$, so ist die Differenz $\triangle$ der Sekundärstrahlung beider O noch $O = ms \cdot 2\pi(1-a)^r[ar-(1-a)]$.

Für das Vorzeichen von $\triangle$ kommt nur $ar-(1-a)$ in Betracht. Die Differenz ist anfangs negativ, wird bei $ar = 1-a$ gleich o und bleibt dann bis in die Unendlichkeit positiv.

Das heißt, anfangs wächst die Intensität der einzelnen Ringe, später nimmt sie ab. Wird $r = \infty$, so wird der Ausdruck $(1-a)-(1-a)^{r+1}(1+ar) = 1-a$.

Die Formel 7) ist der mathematische Ausdruck für verschiedene dem praktischen Röntgenographen bekannte Dinge.

Weiche Strahlen geben keine Sekundärschleier, harte Strahlen geben viel Sekundärstrahlen.

Bei Strahlen vom Absorptionskoeffizienten 0,7 hat eine Blende größer als 6 cm Durchmesser keinen Wert mehr, bei harten Strahlen von 0,3 aber noch bis 22 cm Blendendurchmesser.

Die folgende Tabelle gibt die verschiedenen Werte für den Ausdruck

$$[(1-a)-(1-a)^{r+1}(1+ar)],$$

den ich den Blendenfaktor b nennen will.

Tabelle 2.

bei a =	0,9	0,8	0,7	0,6	b = 0,5	0,4	0,3	0,2
r = 0,5	0,05	0,07	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,01
1,0	0,08	0,13	0,18	0,14	0,13	0,10	0,06	0,03
1,5	0,093	0,16	0,23	0,21	0,19	0,15	0,11	0,06
2,0	0,097	0,187	0,24	0,26	0,25	0,21	0,15	0,08
2,5		0,197	0,27	0,30	0,30	0,27	0,20	0,11
3,0			0,29	0,33	0,34	0,32	0,24	0,14
4,0				0,36	0,41	0,44	0,33	0,21
5,0				0,38	0,445	0,46	0,41	0,28
6,0					0,47	0,51	0,47	0,34
7,0						0,53	0,52	0,40
8,0						0,56	0,56	0,45
9,0							0,60	0,50
10,0							0,62	0,54
11,0							0,64	0,58
12,0								0,61
13,0								0,64
14,0								0,67
15,0								0,69
16,0								0,71
17,0								0,72
18,0								0,73
∞	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Die Zahlen gehen so weit bis $(1+ar)(1-a)^{r+1} < \frac{1}{10}(1-a)$.

Das Medium sei nun sehr ausgedehnt, die Strahlen sollen parallel kommen. Dann bilden sie einen sekundärstrahlenerzeugenden Zylinder und es soll der Punkt P in der Achse in der Tiefe d liegen. Wir setzen einfach in die Formel statt sm den Ausdruck 6.

Dabei machen wir den Fehler, daß wir als den Sekundärstrahlenweg die Summe der Katheten $r+d$ anstatt der Hypotenuse nehmen. Wir müssen also den Gesamtausdruck mit $\frac{1}{(1-a)^k}$ multiplizieren, wobei k für jeden Punkt verschieden ist und zwischen

$$0 \text{ und } r+d-\sqrt{r^2+d^2}$$

liegt. Wir haben somit als gesamte Sekundärstrahlenmenge den Ausdruck:

$$\Sigma = \frac{2\pi\, msb\, (1-a)^d \left(d + \frac{1}{2a-a^2} - 1\right)}{a^2(1-a)^k} \quad \ldots \qquad 8)$$

Bestimmung von s.

Es ist vor allem wichtig, den Sekundärstrahlenkoeffizienten kennen zu lernen. Das kann nur experimentell geschehen.

Mir diente dazu folgende Vorrichtung, die nebenbei ausgezeichnet die Wirkung der Sekundärstrahlen demonstrieren läßt.[1])

Ich bohrte in den Boden eines Putzkübels ein Loch und setzte eine Bleiplatte, die mit einem kurzen Bleirohr verbunden war, bei „Blei“ ein. Die Öffnung wurde mit einem Kork verschlossen. In das kleine Rohr B ließen sich Bleiröhren mit 2 mm Wandstärke und etwa 0,5 cm Lichtweite von der gerade gewünschten Länge hineinstellen. Bei den Berechnungen wurde das Holz des Kübels wie Wasser gerechnet. Am Boden des Kübels ließen sich verschiedene Blenden von Blei konzentrisch anbringen. Unten wird eine Röntgenröhre angebracht, deren Fokus in die Achse der Bleiröhre gebracht wird.

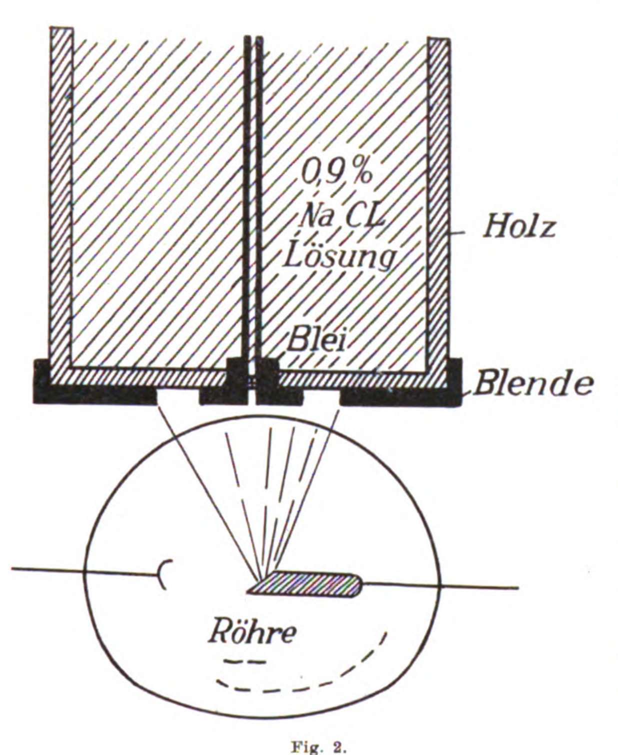


Fig. 2.

Lege ich auf den Kübel den Schirm, so sehe ich in der Mitte einen sehr hellen kleinen Kreis, dann einen tiefen Schatten, dann wird es wieder hell.

Fülle ich den Kübel langsam mit der Kochsalzlösung, so wird der kleine helle Kreis, der die reinen Primärstrahlen zeigt, immer dunkler, der größere Schattenkreis immer heller; dieser repräsentiert reine Sekundärstrahlen. Schließlich werden beide gleich hell, dann wird der innere Kreis dunkler als der äußere.

Ich arbeitete mit einer Bleiröhrenlichtweite von etwa 0,5 cm, einer zentralen Bleiplatte B von 4 cm Durchmesser und einer Öffnung von 12 cm Durchmesser, einer Fokusoberflächen- d. h. Kübelbodendistanz von zirka 13 cm. Ich besitze einen Polyphos-Universalinduktor und habe die Versuche mit Polyphostherapieröhren gemacht, die sich außerordentlich gut halten.

1. Vorversuch mit Schirm.

Mehrfach mit ziemlich gleichem Resultat gemacht. (Es wurde Helligkeitsgleichheit erreicht.

Tabelle 3.

(Die Wasser- und Holzschicht ist in cm angegeben.)

Parallele Funkenstrecke in cm	Wehnelt-Härtegrade	ohne Filter	1 mm-Aluminium-Filter	3 mm-Aluminium-Filter	6 mm-Aluminium-Filter
8—9	8	14,0 cm	12,5 cm	11,5 cm	10,7 cm
11	8—9	11.5 „	11,8 „	11,5 „	10,0 „
14	10	12,3 „	11,5 „	11,3 „	10,5 „
16	11	12,2 „	11,0 „	10,4 „	10,3 „
18	12	11,8 „	11,8 „	11,8 „	11,0 „

[1]) Die einfachste und beste Vorrichtung zur Demonstration der Sekundärstrahlen ist wohl folgende: Man stellt einen Holzkübel auf den Tisch, legt ein Fünfmarkstück hinein, belichtet von unten und legt oben auf den Kübel den Bariumplatinzyanürschirm. Man sieht dann den schwarzen Schatten des Fünfmarkstückes. Läßt man nun Wasser einfließen, so sieht man sehr schön, wie sich der Schatten aufhellt.

Die Kolonnen 3, 4 und 5 zeigen, daß die Filtration auf das Verhältnis von primär und sekundär wenig Einfluß hat bei harten Strahlen, d. h. daß bei harten Röhren in der Tiefe eben nur harte Strahlen eine Rolle spielen. Ich habe daher ohne jedes Filter gearbeitet bei den folgenden Experimenten.

Ich bemerke noch, daß die Strecke $d_1 = o$ war, d. h. der Schirm war außerhalb des Wassers, während bei dem folgenden Experiment die Kienböckstreifen immer in einer kleinen Zelluloidtüte im Wasser waren. Die Wassertiefe war 22 cm.

Experiment:

Harte Polyphostherapieröhre mit 20—22 cm // Funkenstrecke ergab bei der Probe auf 13 cm Entfernung 32 x, ohne Filter, mit 1 mm Aluminiumfilter 22, mit 2 mm Aluminiumfilter 17, mit 3 mm Aluminiumfilter 14 in 10 Minuten.

Man durfte also in der Tiefe mit homogenem Licht von 0,2 Absorptionskoeffizient rechnen.

Es ergab sich bei mehreren Experimenten, daß in der Tiefe von 10 cm Gleichheit von Primär- und Sekundärstrahlen erreicht war. Daraus läßt sich s berechnen.

Da der Fokusquantimeterabstand 23 cm betrug, müssen wir das primäre Resultat noch mit $\left(\frac{23}{13}\right)^2$ multiplizieren, um den Wert $m\ (1-a)^{10}$ zu bekommen.

Die Sekundärstrahlung zu rechnen ist umständlicher. Ich nenne $\frac{2\pi\, ms}{a^2} = K$; $(1-a) - (1 + ar)\ (1-a)^{r+1} = b$.

Nehmen wir den ersten Zentimeter.

$$\Sigma = \frac{K.b.(1-a)^{10}}{(1-a)\ k}$$ b ist nach Tabelle 2 $b_6 - b_2 = 0{,}26$, k = dem Mittel zwischen 2,6, 3,5, 3,8, 4,3, da die Einzelsummen der verschiedenen Kreise ziemlich gleich sind, = 3,55.

$\Sigma = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}573.$ Und so weiter

beim 2. Kreis $k = 3{,}4$, $b_{6{,}5} - b_2 = 0{,}29$. $\Sigma_2 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}62$.
„ 3. „ $k = 3{,}5$, $b_7 - b_2 = 0{,}32$. $\Sigma_3 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}70$.
„ 4. „ $k = 3{,}5$, $b_{7{,}4} - b_2 = 0{,}35$. $\Sigma_4 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}76$.
„ 5. „ $k = 3{,}2$, $b_{7{,}8} - b_2 = 0{,}36$. $\Sigma_5 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}74$.
„ 6. „ $k = 2{,}7$, $b_{8{,}5} - b_2 = 0{,}38$. $\Sigma_6 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}89$.
„ 7. „ $k = 2{,}7$, $b_{9{,}2} - b_2 = 0{,}43$. $\Sigma_7 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}79$.
„ 8. „ $k = 2{,}2$, $b_{9{,}7} - b_2 = 0{,}45$. $\Sigma_8 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}72$.
„ 9. „ $k = 1{,}7$, $b_{10{,}2} - b_2 = 0{,}46$. $\Sigma_9 = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}68$.
„ 10. „ $k = 0$, $b_{10{,}6} - b_2 = 0{,}47$. $\Sigma_{10} = K.\ (1-a)^{10}\ .\ 0{,}47$.

Also zusammen $\Sigma_1 + \ldots \Sigma_{10} = 5{,}94\ (K\ .\ [1-a])^{10}$.

Für alle tiefer liegenden nehme ich nach Formel 6 noch $\frac{1}{5}$ von 5,94 dazu und erhalte als Sekundärstrahleneffekt $K\ .\ (1-a)^{10}\ .\ 7{,}2$.

Dieser ist gleich $m\ (1-a)^{10}\ .\ \left(\frac{13}{23}\right)^2$.

Ich erhalte also $7{,}2\ .\ 2\pi\ .\ s = \left(\frac{13}{23}\ .\ 0{,}2\right)^2$, daraus

$s = 0{,}00027604 = \frac{1}{3623}$ $\log.\ s = 6{,}44097-10$.

Die Rechnung hat nun eigentlich noch einen Fehler, da die Strahlen nur in der Mitte senkrecht zu der der Berechnung zugrunde liegenden Fläche auffallen. Für die seitlichen Strahlen, welche mit der Achse den Winkel α bilden, ist die Intensität nicht m, sondern $m\ .\ \cos\alpha$. Der Fehler ist aber bei der Versuchsanordnung für die extremsten Strahlen weniger als $\frac{1}{10}$, also im Durchschnitt höchstens etwa $5\,^0/_0$. Ich habe ihn deshalb vernachlässigt.

Von der Mitte zum Rand des Zylinders nimmt die Sekundärstrahlenintensität ab, und zwar verschieden, je nachdem a einen Wert hat. Sie ist am Rand immer kleiner als $\frac{\Sigma}{2}$ und nimmt von da weiter ab nach der Formel $\Sigma_n : \Sigma_m = (1-a)^n : (1-a)^m$, wenn n, u, m beliebige Entfernungen vom Mittelpunkt bedeuten.

Die absolute Sekundärstrahlenmenge nimmt anfangs zu, später ab, ein Verhalten, welches praktische Verwertung finden kann, wenn man mit Schonung oberflächlicher Gebilde in der Tiefe wirken will, z. B. bei Spondylitis. Bei einem Absorptionskoeffizienten von 0,2 ist das Optimum — je nach der Blende, etwa bei 4 cm.

Man kann auch dadurch, daß man ein Gelenk z. B. in Wasser legt, die Strahlung gleichmäßiger und intensiver machen.

Ich bin mit Arbeiten in dieser Hinsicht beschäftigt und will hier nur andere anregen, die mehr Material und mehr Mittel als ich haben, diesen Verhältnissen ein Augenmerk zu schenken.

Ein Beispiel aus der Praxis:

Ich will ein Ovarium beeinflussen und nehme an, daß es etwa 10 cm tief liegt — diese Distanz scheint mir eher etwas zu klein als zu groß zu sein, da meist bei unseren Patientinnen das Fettpolster erheblich und die Kompressionsmöglichkeit des Abdomens beschränkt ist. Das Härteoptimum wäre bei $a = 0{,}09$; wir nehmen deshalb $a = 0{,}2$ — das Härteste an Strahlen, was wir haben.

Nehme ich die Krönigsche Anordnung: Blende von 3 cm, Fokushautdistanz 20 cm, in der Tiefe von 10 cm erhalten wir primär die Menge m . 0,048, wobei m die X-Zahl ist, sekundär $m \cdot 0{,}46 \cdot 10^{-5}$, also sehr wenig gegen die primäre Menge. Wir haben einen Dosenquotienten von 21. Trifft aber der Primärstrahl daneben, so steigt der Dosenquotient auf 10 000 und mehr; also ist ein solcher Strahl wertlos.

Eine andere Anordnung: Blende von 10 cm Fokushautdistanz 35. Der primäre Effekt ist $= 0{,}065 \cdot m$ Sekundäreffekt $= 0{,}032 \cdot m$. Also ist in diesem Fall der Gesamtdosenquotient etwa 10, trifft der Strahl direkt neben dem Rand, so ist der Dosenquotient immer noch 12, wenn die Primärstrahlen noch treffen, sonst etwa 100.

Da mir eine derartige Genauigkeit im Zielen, wie sie bei dem ersten Fall verlangt wird, unmöglich erscheint, so habe ich mich in meiner Praxis dem zweiten genähert. Der erste Fall ist deshalb ungünstiger, weil die Haut viel stärker, mehr als doppelt so stark belastet wird.

Bestrahlen wir ein großes Gebilde, z. B. einen tuberkulösen oder karzinomatösen Herd, so wird die Anwendung einer zu kleinen Blende nicht nur eine Verschwendung sein, sondern auch direkt eine Verminderung des Effektes in der Tiefe herbeiführen.

Wir nehmen an, es sei ein karzinomatöser Beckenboden zu bestrahlen. Um denselben Effekt zu erreichen, muß ich im ersten Falle vielleicht 10 Felder bestrahlen, ich erhalte eine X-Zahl von 200; im anderen Falle bestrahle ich ein Feld und habe eine X-Zahl von 20 x, wobei allerdings die Röhre in diesem einen Feld wegen der größeren Entfernung dreimal so lange laufen muß. In der Tiefe aber habe ich im einen Fall — wenn die Überkreuzungen vermieden werden, etwa 1 x, im zweiten Fall aber 2 x appliziert.

Nehme ich noch eine teilweise Überkreuzung an, so ist die Menge, die der erste Modus in die Tiefe bringe, immer noch allerhöchstens gleich der, welche durch den zweiten appliziert werden.

Daraus folgt: Die Blende soll nie kleiner sein, als der zu bestrahlende Herd.

Weit getriebene Felderteilung empfiehlt sich nur unter ganz besonderen Verhältnissen, nämlich dann, wenn man sich vernünftigerweise sagen kann, daß man genau zielen kann.



Grundprinzipien der Dosimetrie.

Von
Dr. G. Grossmann-Charlottenburg.

Wie die Erfahrung lehrt, haben auf neuerschlossenen Grenzgebieten heterogener Disziplinen oft größere Distrikte Jahre hindurch brach gelegen, weil sie nur von Vertretern der einen Disziplin durchstreift wurden, während die andere Partei ihre Interessen anderen Gegenden zuwandte und zu gemeinsamer Arbeit keine hilfreiche Hand bot. So mußte auf dem Gebiete der Röntgenologie das für den Mediziner wichtige Feld der Dosimetrie lange Zeit der Beackerung durch den Physiker harren, was wohl daran lag, daß die für den Therapeuten wichtige Frage der Dosierung der Röntgenstrahlen, deren Lösung für ihn unumgänglich erforderlich war, außerhalb der Interessensphäre des Physikers lag. So kam es, daß in der Röntgenologie physikalisch unhaltbare Ansichten über die Energetik der Röntgenstrahlen Platz griffen.

Da nahm sich Herr Dr. Christen der Dosimetrie an und baute ihre Theorie nach den Vorbildern der Lehre vom Licht und von der Wärme in logischer Folgerichtigkeit aus. Seine Arbeiten[1]), die er vor Jahresfrist in einem Buche[2]) zusammengefaßt hat, scheinen jedoch nicht zum Allgemeingut der Röntgenologen geworden zu sein, was wohl daran liegen dürfte, daß Herr Christen sich einer für die meisten Mediziner fremden bzw. ungeübten Sprache, der höheren Mathematik, bedient. Es dürfte daher dem Wunsche vieler entsprochen sein, wenn im folgenden die Grundprinzipien der Dosimetrie in einer für den Mediziner leicht verständlichen Form entwickelt werden[3]).

Unsere Aufgabe soll sich jedoch nicht blos auf eine Wiedergabe der Christenschen Theorie beschränken, sondern es soll diese weiter ausgebaut und manches in anderer Beleuchtung dargestellt werden. Insbesondere gilt es, die Fragen der Dosimetrie vom Standpunkte der modernen Lehre der Absorption der Röntgenstrahlen zu behandeln. Da diese im Kreise der Röntgenologen noch wenig Platz gegriffen hat, so wollen wir der Arbeiten gedenken, die von englischen Physikern im Laufe des letzten Jahrzehntes über Sekundärstrahlen und über die Absorption der Röntgenstrahlen ausgeführt worden sind. Wir werden aus diesen für die Beurteilung der verschiedenen dosimetrischen Methoden nützliche Folgerungen herleiten.

1. Röntgenstrahlenintensität.

Legen wir unseren Betrachtungen eine scharf zentrierte Röntgenröhre zugrunde, und fassen wir vor allem allein die aus ihr nach außen dringende primäre Röntgenstrahlenenergie ins Auge. Setzen wir voraus, daß die Röhre an eine stationär arbeitende Stromquelle angeschlossen ist und sich selbst in einem stationären Zustande befindet, d. h. daß das Vakuum in ihr und die Temperaturen aller ihrer Teile unveränderlich sind. Dann sind die in ihr pro Zeiteinheit verbrauchte elektrische Energie und die pro Zeiteinheit erzeugte Röntgenstrahlenenergie konstant.

Nehmen wir an, daß der Durchmesser der Röhre 15 cm beträgt, und denken wir uns aus der ganzen vom Fokus ausgehenden Röntgenlichtmenge einen Kegel herausgeschnitten (Fig. 1), und zwar beispielsweise einen solchen, dessen in 10 cm Entfernung vom Scheitel, d. h. vom

[1]) Christen, Fortschr. auf dem Gebiete d. Röntgenstrahlen XV, S. 384 und ff., 1910 und XX, S. 182 und ff., 1913.

[2]) Christen, Messung und Dosierung von Röntgenstrahlen. Hamburg, Gräfe & Sillem, 1913.

[3]) Grossmann, Einführung in die Röntgentechnik, 2. Aufl.

Fokus angenommener, zur Achse senkrechter Schnitt q_1 den Flächeninhalt 1 cm² hat. Durch diesen Kegel strömt eine vom Fokus ausgehende Strahlenenergie, und zwar strömt innerhalb irgendeines bestimmten Zeitintervalles durch jeden innerhalb der Röhre liegenden Querschnitt des Kegels dieselbe Energiemenge. Von dieser durch die Glaswandung der Röhre hindurchtretenden Energie wird ein Teil von der Röhrenwandung verschluckt, während der Energierest, dem das Glas den Durchtritt gewährt, innerhalb des Kegels geradlinig weiterfließt. Wohl findet auch in Luft eine partielle Absorption der sie durchflutenden Strahlenenergie statt, doch sie ist so geringfügig, daß wir von ihr vollkommen absehen und annehmen können, daß durch jeden Querschnitt des Kegels, wo wir auch außerhalb der Röhre einen solchen annehmen mögen, während einer Sekunde dieselbe Strahlenenergie strömt. Da sich nun aber der Kegel immer mehr erweitert, je weiter wir vom Fokus abgehen, so nimmt die pro cm² der Querschnittfläche sekundlich hindurchflutende Energie mit zunehmendem Fokusabstand ab, und zwar verringert sie sich im gleichen Verhältnis, in welchem der Flächeninhalt des senkrechten Kegelquerschnittes zunimmt.

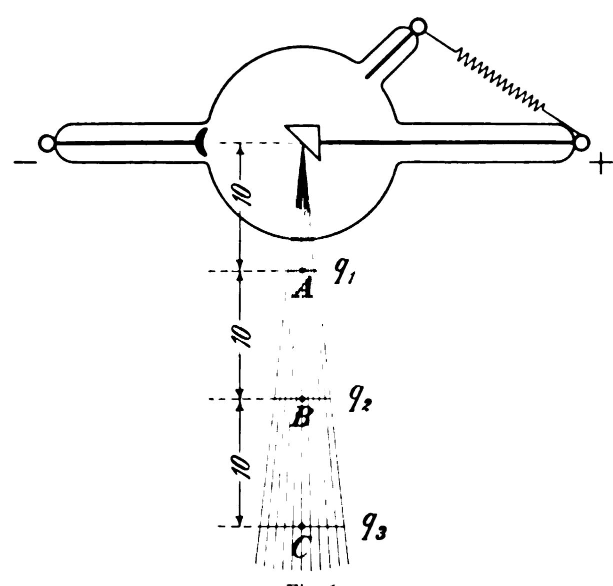


Fig. 1.

Greifen wir die zwei in 20 und 30 cm Fokalabstand liegenden senkrechten Querschnitte q_2 und q_3 heraus. Da die Flächeninhalte paralleler Schnitte eines Kegels im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie die Quadrate ihrer Scheitelabstände, so müssen die Inhalte der drei Kegelschnitte q_1, q_2 und q_3 sich so verhalten, wie $10^2 : 20^2 : 30^2$, d. h. wie $1:4:9$. Also muß im angenommenen Beispiele, wo $q_1 = 1$ cm² ist, $q_2 = 4$ und $q_3 = 9$ cm² sein.

Alle drei Querschnitte sind vom gleichen Röntgenlichtstrome durchsetzt; somit verteilt sich der Röntgenlichtstrom, der in 10 cm Fokalabstand ein Flächenstück von 1 cm² durchsetzt, in 20 bzw. 30 cm Fokalabstand auf Flächen von 4 bzw. 9 cm² Flächeninhalt, so daß q_2 und q_3 von einem 4- bzw. 9 fach schwächeren spezifischen Röntgenlichtstrome durchsetzt sind als q_1.

Bezeichnen wir mit Röntgenstrahlenintensität in irgendeinem Punkte des Raumes diejenige Röntgenstrahlenenergiemenge, die durch ein in dem betreffenden Punkte senkrecht zur Strahlenrichtung angenommenes Flächenstück von 1 cm² Flächeninhalt innerhalb einer Sekunde strömt. Dann ist dieser Definition gemäß die Röntgenstrahlenintensität I_1 im Punkte A nichts anderes als die Röntgenstrahlenenergiemenge, die den 1 cm² großen Kegelquerschnitt q_1, d. h. den Kegel innerhalb einer Sekunde durchströmt. Analog ist die Röntgenstrahlenintensität I_2 im Punkte B nichts anderes, als die den Querschnitt q_2 sekundlich durchsetzende spezifische Röntgenstrahlenenergie, die gemäß dem Obigen $= \frac{I_1}{4}$ sein muß, weil sich der Röntgenlichtstrom I_1 innerhalb des Querschnittes q_2 auf 4 cm² verteilt. Dementsprechend muß die Röntgenstrahlenintensität I_3 im Punkte C ein Neuntel von I_1 sein.

Wie wir sehen, verhalten sich die Röntgenstrahlenintensitäten I_1, I_2 und I_3 in den drei Punkten A, B und C wie $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9}$, d. h. sie verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Fokaldistanzen der drei Punkte.

Unter der eingangs erwähnten Bedingung, daß die Röntgenstrahlung von einem Punkte ausgeht, gilt also für die Röntgenstrahlenintensität das Gesetz, daß die Röntgenstrahlen-

intensitäten in beliebigen Punkten im Raume dem Quadrate ihrer Abstände von der Strahlenquelle umgekehrt proportional sind. Dieses Gesetz ist vollkommen analog demjenigen, das für die Intensität des von einer punktförmigen Lichtquelle ausgestrahlten Lichtes gilt.

Somit muß zwischen den Röntgenstrahlenintensitäten I_1 und I'_1 in den Punkten A und A' (Fig. 2), die innerhalb des Fokalstrahles 1 im Fokalabstande r bzw. 2r angenommen sind, die Beziehung bestehen: $I_1 = 4\ I'_1$.

Desgleichen gilt für die beiden Punkte B und B' und die Punkte C und C', die innerhalb des Strahles 2 bzw. 3 in den gleichen Fokalabständen angenommen sind:

$$I_2 = 4\ I'_2,$$
$$I_3 = 4\ I'_3.$$

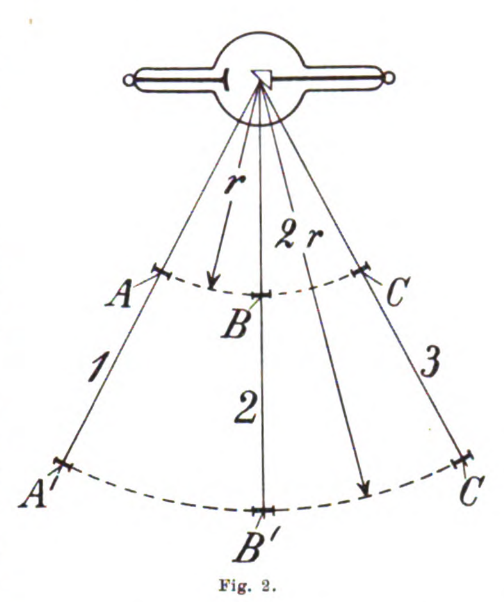


Fig. 2.

In Worte gefaßt heißt das, daß die Röntgenstrahlenintensität in irgendeinem Punkte des Raumes gleich dem Vierfachen von der Intensität in dem Punkte ist, der innerhalb desselben Fokalstrahles im doppelten Fokalabstand liegt.

Wohl zu beachten ist, daß dieses Gesetz nur auf Punkte desselben Fokalstrahles, nicht jedoch allgemein auf solche Punkte anwendbar ist, die wohl in einfachem und doppeltem Fokalabstand, aber in verschiedenen Fokalstrahlen liegen. Man muß nämlich berücksichtigen, daß die Intensitäten in verschiedenen, im gleichen Fokalabstand liegenden Punkten, wie z. B. die Intensitäten I_1, I_2 und I_3 in A, B und C verschieden groß sind. Denn erstens ist die räumliche Verteilung der Röntgenstrahlenenergie nicht gleichförmig und zweitens ist infolge der unvermeidlichen Verschiedenheiten in der Dicke der Glaswandung die in verschiedenen Partien der Röhrenwandung pro Flächeneinheit absorbierte Röntgenstrahlenenergiemenge relativ verschieden. Bekanntlich ist die Glasdicke an denjenigen Stellen der Glaskugel, an welchen Rohransätze angeschmolzen sind, am größten und an der von solchen Ansätzen am weitesten entfernten, vom sogenannten Hauptstrahl durchsetzten Stelle am geringsten. Daher wird in dem besprochenen Falle I_2 größer als I_1 und I_3 sein.

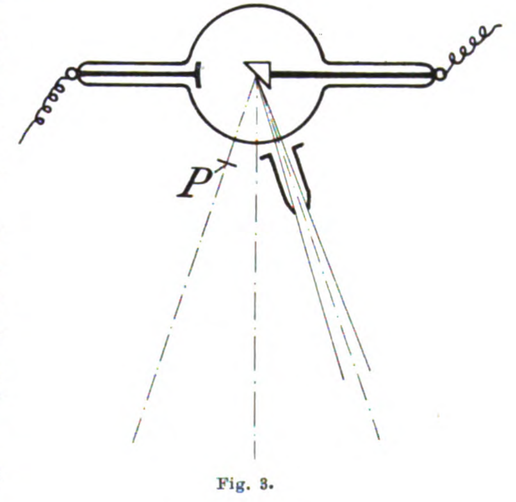


Fig. 3.

Da I_1, I_2 und I_3 verschiedene Werte haben und dementsprechend auch I_1', I_2' und I_3' im gleichen Verhältnis voneinander verschieden sind, so gilt nicht, daß z. B. I_2 das Vierfache von I_1' oder von I_3' oder daß I_3 das Vierfache von I_1' oder von I_2' ist; es ist nur richtig, daß $I_1 = 4\ I_1'$, $I_2 = 4\ I_2'$ und $I_3 = 4\ I_3'$ ist.

Auf diesen Umstand muß bei Dosierung mit Sabouraud und Noiréschen Pastillen, die bekanntlich in halber Fokushautdistanz angeordnet werden sollen, geachtet werden. Operiert man bei der Bestrahlung im wohlbegreiflichen Streben nach höchster Ökonomie des Röntgenröhrenbetriebes mit einem Strahlenkegel, der den Hauptstrahl zur Achse hat, und ordnet man die Pastille außerhalb dieses Strahlenkegels an, in der Absicht, den Röntgenlichtschatten des Pastillenhalters nicht auf das zu bestrahlende Hautgebiet zu werfen, so kann leicht eine Über-

dosierung im Betrage bis zu 10 und 15 % zustande kommen. Am zweckmäßigsten ist es, die Pastille entweder in den Gang der therapeutisch verwendeten Strahlen zu bringen oder aber mit einem Strahlenkegel zu operieren, dessen Achse in bezug auf den Hauptstrahl symmetrisch zu demjenigen Strahl liegt, der den Mittelpunkt der Pastille P durchsetzt (Fig. 3). Man wird hierbei das Bestreben, mit den dem Hauptstrahl nächst benachbarten Strahlen zu operieren, nicht aufgeben und die Blende und den Pastillenhalter bzw. das Dosimeter so nahe wie irgendmöglich aneinander zu rücken suchen.

Der Wert der Röntgenstrahlenintensität in irgendeinem Punkte A des Raumes kann unter der Voraussetzung einer punktförmigen Röntgenstrahlenquelle und unter der Annahme der gleichmäßigen räumlichen Verteilung der aus der Röhre heraustretenden primären Röntgenstrahlenenergie auf Grund folgender Überlegung berechnet werden:

Denken wir uns durch den Punkt A eine zum Fokus F der Röntgenröhre konzentrische Kugelfläche K gelegt (Fig. 4). Die von der Antikathode nach außen gesandte Röntgenstrahlenenergie verteilt sich auf alle diejenigen durch den Fokus gehenden Geraden, welche vom Antikathodenkörper nach außen weisen, während diejenige Röntgenstrahlenenergie, die vom Fokus ausgehend in das Innere der Antikathode dringt, vom Antikathodenkörper verschluckt wird. Die nutzbare primäre Röntgenstrahlenenergie durchsetzt also die eine Hälfte der angenommenen Kugeloberfläche und zwar diejenige Halbkugel, welche die Kathodenhälfte der Röhre enthält und durch die Schnittlinie der durch den Antikathodenspiegel gelegten Ebene MN mit der Kugeloberfläche begrenzt ist. Ist der Fokalabstand des Punktes A und somit der Radius der Kugel = a, so ist die Oberfläche der Halbkugel $= 2\pi a^2$. Bedeutet E_p die innerhalb der Zeiteinheit insgesamt ausgestrahlte nutzbare primäre Röntgenstrahlenenergie (also diejenige, die sich aus der von der Antikathode ausgesandten primären Röntgenstrahlenenergie nach Abzug der im Glas absorbierten ergibt), so ist, unter Annahme der gleichförmigen räumlichen Verteilung der Röntgenstrahlenenergie, diejenige Strahlenenergie, welche ein an einer beliebigen Stelle der durchstrahlten Halbkugeloberfläche angenommes Flächenstück vom Flächeninhalt 1 sekundlich durchsetzt, $= \frac{E_p}{2\pi a^2}$.

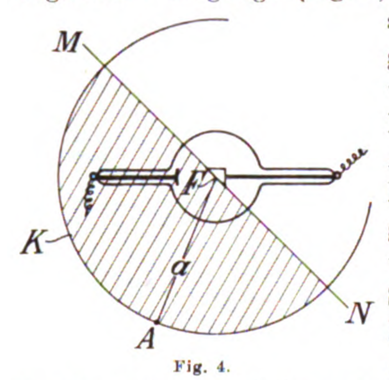


Fig. 4.

Da die Röntgenstrahlenintensität I im Punkt A nichts anderes bedeutet, wie diejenige Strahlenenergie, welche durch ein im Punkt A senkrecht zur Richtung der Strahlen, d. h. auf der Kugelfläche angenommen gedachtes Flächenstück vom Flächeninhalt 1 sekundlich hindurchtritt, so ist

$$1)\qquad I = \frac{E_p}{2\pi a^2}.$$

Ist beispielsweise $E_p = 0{,}1$ Watt und $a = 30$ cm, so ist die Oberfläche der von Strahlen durchsetzten Halbkugel $= 2\pi a^2 = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 30^2 = 5653$ cm².

Demzufolge ist $I = \frac{0{,}1}{5653} = \frac{1}{56\,530}$ Watt/cm².

Den bisherigen Betrachtungen liegt die Voraussetzung zugrunde, daß die Röntgenstrahlenquelle punktförmig ist. Diese Bedingung trifft in praxi nicht zu, insbesondere nicht bei Therapieröhren, bei denen man zwecks Verhütung einer zu hochgradigen Erhitzung des Antikathodenmetalles an den Auftreffstellen der Kathodenstrahlen und behufs Erzielung eines langzeitigen stationären Röhrenbetriebes den Brennfleck besonders groß zu machen pflegt. Der Einfluß der Brennfleckgröße auf die Abhängigkeit der Röntgenstrahlenintensität vom Fokalabstand ist jedoch so gering, daß man das Gesetz von der Proportionalität der Strahlungsintensität mit dem Quadrate des Reziproken des Fokalabstandes auch dann noch für genau gültig ansehen kann, wenn der Brennfleck einen Durchmesser von 6 mm hat. Wie

rechnerisch nachgewiesen werden kann, ist in solchem Falle die Strahlungsintensität in 12 cm Fokalabstand um weniger als 1 °/₀₀ verschieden von derjenigen, die im Falle einer mathematisch genauen Zentrierung beim gleichen Betrage der von der Röhre im ganzen gelieferten primären Röntgenstrahlenenergie erhalten werden würde. Für größere Fokalabstände resultiert naturgemäß eine noch geringere Abweichung vom genannten Gesetz.

Wie schon eingangs erwähnt worden ist, sollte vorläufig nur die in der Antikathode entspringende primäre Röntgenstrahlung ins Auge gefaßt werden. Es muß noch der Röntgenstrahlung, die in den Glaswandungen der Röhre entsteht, gedacht und deren Einfluß auf die Ergebnisse unserer bisherigen Erörterungen untersucht werden.

Bekanntlich wird nur ein Teil der von der Kathode ausgesandten Kathodenstrahlen von der Antikathode aufgefangen und verschluckt, während ein anderer Teil jener Strahlen von ihr zurückgeworfen und gegen die Glaswandungen der Röhre geschleudert wird. Diese reflektierten, sogenannten sekundären Kathodenstrahlen werden von der Röhrenwand absorbiert und geben dadurch Anlaß zur Entstehung der sogenannten Glasstrahlen. Für die Entstehung von Röntgenstrahlen in den Wandungen der Röhre geben außerdem auch noch die von der Antikathode ausgehenden primären Röntgenstrahlen Veranlassung, indem ein Teil ihrer im Glase absorbierten Energie in Sekundärstrahlung des Glases umgewandelt wird. Allerdings ist die Energie dieser zweiten Gattung von Glasstrahlen nur gering gegenüber derjenigen der erstgenannten, weil die Atomgewichte der das Glas bildenden Elemente durchweg klein sind, und Stoffe geringen Atomgewichtes eine nur schwache Sekundärstrahlung aussenden.

Da die Gesamtenergie der Glasstrahlung relativ erheblich ist, nämlich bis zu 15 °/₀ der nutzbaren primären Röntgenstrahlenenergie ausmachen kann, so ist von vornherein zu erwarten, daß für die resultierende Intensität der Röntgenstrahlung, d. h. für die Summe der Intensität der primären Röntgenstrahlung und derjenigen der Glasstrahlung, das im Obigen abgeleitete Gesetz nicht mehr gilt. Denn dieses ist nur für eine aus einer punktförmigen Strahlenquelle ausgesandte Strahlung, nicht jedoch für eine solche gültig, die, wie die Glasstrahlung, eine Fläche größerer Ausdehnung zum Ursprung hat.

Um uns ein Urteil über den Einfluß der Glasstrahlung auf die räumliche Verteilung der Strahlenenergie bilden zu können, wollen wir im folgenden[1]) die Intensität I_g der von der Glaswandung der Röntgenröhre ausgehenden Röntgenstrahlung in einem außerhalb der Röntgenröhre befindlichen Punkte A (Fig. 5) ermitteln, wobei wir die Intensität der Glasstrahlung im Punkt A uns aufgefaßt denken als diejenige Glasstrahlenenergie, die ein im Punkt A senkrecht zur Primärstrahlung angenommen gedachtes Flächenstück vom Flächeninhalt 1 sekundlich durchdringt. Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, daß der größere Teil der Glasstrahlen liefernden Partie der Glaskugel durch eine bis zur Röhre heranreichende Rohrblende abgeblendet ist, und der Punkt A demzufolge nur solche Glasstrahlen empfängt, die von der aus der Glaskugel herausgeblendeten Kalotte ausgehen. Ferner sei angenommen, daß die Achse der zylindrischen Rohrblende mit dem Fokalstrahl FA zusammenfällt, so daß der Punkt A zur herausgeblendeten Kugelkalotte symmetrisch liegt. Endlich sei die Voraussetzung gemacht, daß an allen Stellen der von primären Röntgenstrahlen durchsetzten Partie der Glaswandung pro cm² und pro Zeiteinheit die gleiche Menge an Glasstrahlenenergie ausgesandt wird.

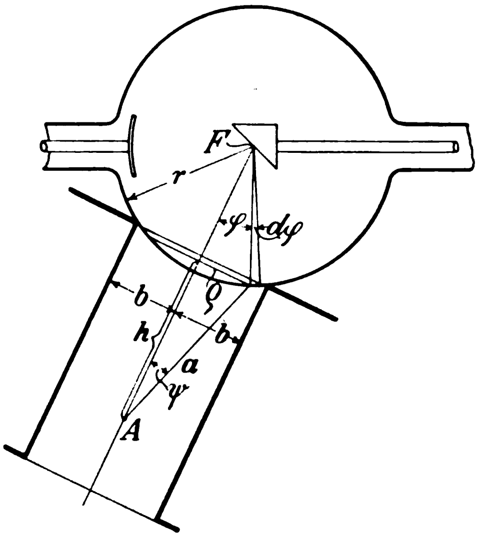


Fig. 5.

[1]) Die in kleinen Typen gesetzten Textteile können ohne Störung des Verständnisses übergangen werden.

Es mögen im folgenden bedeuten:

r den Radius der Glaskugel,

R den Fokalabstand des Punktes A,

b den Radius des kreisförmigen Blendenquerschnittes,

E_g die gesamte von der Glaskugel sekundlich ausgehende Glasstrahlenenergie,

$\varepsilon\left(=\frac{E_g}{2\pi r^2}\right)$ die Dichte der von der Kugelfläche sekundlich ausgehenden Glasstrahlenenergie,

I_g die Intensität der Glasstrahlung im Punkte A,

E_p die gesamte aus der Röntgenröhre sekundlich heraustretende nutzbare primäre Röntgenstrahlenenergie

und

I_p die Intensität der primären Röntgenstrahlung im Punkt A.

Nehmen wir auf der Glaskugel ein ringförmiges Flächenelement an, das aus ihr durch die beiden vom Fokus F als Scheitelpunkt ausgehenden, mit AF koachsialen Kegel mit den halben Öffnungswinkeln φ und $\varphi + d\varphi$ herausgeschnitten wird, und denken wir uns dieses Flächenelement in peripherisch aneinandergereihte Elemente zweiter Ordnung zerteilt. Von einem solchen Element df des ringförmigen Flächenelementes geht sekundlich die Glasstrahlenenergie $\varepsilon\,df$ aus. Da sich diese nach allen von der Kugel nach außen weisenden Richtungen hin gleichmäßig verteilt, so ist die vom Element df herrührende Glasstrahlenenergie, welche ein im Punkt A senkrecht zur Richtung Adf angenommen gedachtes Flächenstück vom Flächeninhalt 1 sekundlich durchsetzt, d. h. die Intensität der von diesem Flächenelement ausgehenden Glasstrahlung im Punkt A, gegeben durch

$$d^2 I_g' = \frac{\varepsilon\,df}{2\pi a^2},$$

wenn a den Abstand des Flächenelementes df vom Punkt A bedeutet. Dann ist diejenige sekundliche Strahlenenergie, welche das im Punkt A senkrecht zum Fokalstrahl AF angenommene Flächenstück vom Flächeninhalt 1 durchsetzt, gegeben durch:

$$d^2 I_g = d^2 I_g' \cos\psi = \frac{\varepsilon\,df}{2\pi a^2}\cos\psi.$$

Die Integration von $d^2 I_g$ über sämtliche Elemente des ringförmigen Flächenelementes liefert das Ergebnis:

$$d I_g = \varepsilon \frac{2\pi\varrho \,.\, r\,d\varphi}{2\pi a^2}\cos\psi = \varepsilon r \frac{\varrho}{a^2}\cos\psi\, d\varphi,$$

worin $\varrho = r \cdot \sin\varphi$ ist.

Differenziert man diese Gleichung, so ergibt sich:

$$d\varphi = \frac{d\varrho}{r\cos\varphi} = \frac{d\varrho}{\sqrt{r^2-\varrho^2}}$$

und da

$$\cos\psi = \frac{h}{a}$$

ist, so ergibt sich:

$$I_g = \varepsilon r \int_{\varrho=0}^{\varrho=b} \frac{\varrho\, d\varrho}{\sqrt{r^2-\varrho^2}}\,\frac{h}{a^3}.$$

Nun ist

$$h = R - \sqrt{r^2-\varrho^2},$$

fernerhin ist

$$a^2 = h^2 + \varrho^2 = R^2 + r^2 - 2R\sqrt{r^2-\varrho^2}.$$

Somit ist

$$I_g = \varepsilon r \int_0^b \frac{\varrho}{\sqrt{r^2-\varrho^2}} \cdot \frac{R - \sqrt{r^2-\varrho^2}}{\sqrt{R^2+r^2-2R\sqrt{r^2-\varrho^2}}^{\,3}}.$$

Auf dem Wege der Substitution von $\sqrt{r^2-\varrho^2}$ durch y erhält man

$$I_g = \varepsilon r \int_0^b \frac{(y-R)\,dy}{\sqrt{R^2+r^2-2Ry}^{\,3}}.$$

Das Ergebnis der Integration ist:

$$I_g = \frac{\varepsilon r}{2R^2}\left[2r - \frac{R^2-r^2}{\sqrt{R^2+r^2-2Ry_0}} + \sqrt{R^2+r^2-2Ry_0}\right], \tag{2}$$

worin $y_0 = \sqrt{r^2-b^2}$ ist.

Die Tabelle 1 enthält diejenigen Werte für das Verhältnis der Intensität I_g der Glasstrahlung zur gesamten von der Röhrenwandung sekundlich ausgesandten Glasstrahlenenergie E_g, die sich für verschiedene Fokalabstände R aus dieser Ableitung für den Spezialfall ergibt, daß der Radius r der Röntgenröhre 10 cm und die lichte Weite 2b der Blendenöffnung 10 bzw. 14 cm beträgt.

Außerdem enthält die Tabelle auch noch diejenigen Maximalwerte für $\frac{I_g}{E_g}$, die sich ergeben, wenn keine Blende vorgesehen, d. h. der Radius b der Zylinderblende unendlich groß ist.

Ist keine Blende vorgesehen, so empfängt ein außerhalb der Röhre angenommener Punkt nur von derjenigen Kugelkalotte Glasstrahlen, die durch die von dem betreffenden Punkte nach der Glaskugel hin gezogenen Tangenten begrenzt ist (Fig. 6).

Im Falle $b = \infty$ ist die Größe y_0 zu ersetzen durch $\frac{r^2}{R}$. Es geht sodann der Ausdruck von I_g über in:

$$I_g = \frac{\varepsilon r^2}{R^2} = \frac{E_g}{2\pi R^2}.$$

Da $I_p = \frac{E_p}{2\pi R^2}$ ist, so ergibt sich:

$$\frac{I_g}{I_p} = \frac{E_g}{E_p}, \qquad (3)$$

d. h. es stellt I_g für alle Werte von R den gleichen Prozentsatz von I_p dar.

Die Maximalwerte von $\frac{I_g}{E_g}$ kommen in praxi für im Hauptstrahl liegende Punkte nicht in Betracht, weil sich die die Glasstrahlen aussendende Partie der Röhrenwandung auf der einen (und zwar gemäß Figur 6 auf der rechten Röhrenhälfte) nur bis auf ungefähr 7 cm Entfernung vom Hauptstrahl erstreckt. Diese Werte kommen nur für im Normalstrahl oder in dessen Umgebung liegende Punkte in Betracht.

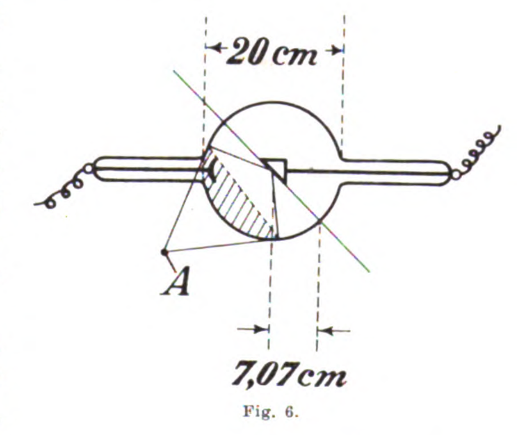


Fig. 6.

In der Tabelle 1 sind außerdem auch noch die den verschiedenen Werten von R entsprechenden Werte von $\frac{I_p}{E_p}$ angegeben, wobei I_p die Intensität der primären Röntgenstrahlen und E_p die sekundlich erzeugte nutzbare primäre Röntgenstrahlenenergie bedeutet.

Tabelle 1.

b =	Fokalabstand R = 12	15	20	30	50 cm
	Werte von $1000 \frac{I_g}{E_g}$				
5 cm	1,035	0,445	0,163	0,048	0,012
7 cm	1,105	0,638	0,282	0,093	0,026
∞	1,105	0,708	0,398	0,177	0,064
	Werte von $1000 \frac{I_p}{E_p}$				
	1,105	0,708	0,398	0,177	0,0636

Nimmt man nun an, daß die Gesamtenergie E_g der Glasstrahlung 15 % der gesamten nutzbaren primären Röntgenstrahlenenergie E_p beträgt, so ergeben sich für die Intensität I_g der Glasstrahlung die in der Tabelle 2 eingetragenen und auch in Figur 7 graphisch dargestellten Werte. (Die Werte von I_g sind in der Tabelle 2 in Prozenten von I_p angegeben.) Ist beispielsweise vor die Röhre eine Rohrblende von 14 cm lichter Weite gesetzt, so ist die Intensität I_g der Glasstrahlung in dem in der Achse der Rohrblende in 20 cm Fokalabstand liegenden Punkt 11 % der Intensität I_p der primären Röntgenstrahlung. Demnach beträgt die Gesamtintensität der Röntgenstrahlung in dem betreffenden Punkte, d. h. die Summe der Intensität der primären Röntgenstrahlung und derjenigen der Glasstrahlung, das 1,11 fache von I_p.

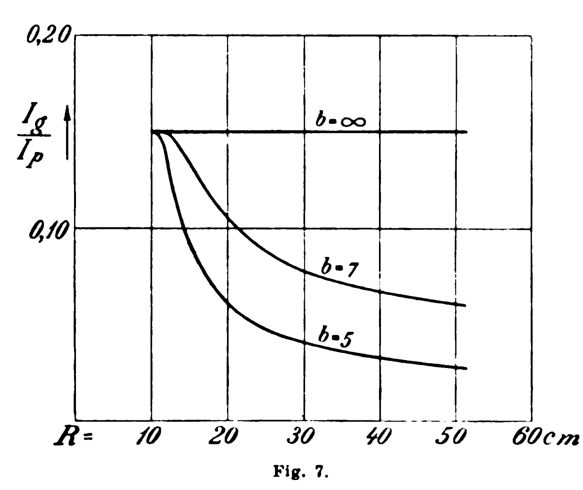


Fig. 7.

Tabelle 2.

b	R = 12	15	20	30	50 cm
	Werte von Ig in Prozenten von I_p für $E_g = 0{,}15\ E_p$				
5 cm	14,0	9,4	6,1	4,1	2,9
7 cm	15,0	13,5	10,6	7,8	6,1
∞	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
	Werte von $\frac{I_1}{I_2}$				
5 cm	4,35	4,17	4,11	—	—
7 cm	4,22	4,21	4,15	—	—
∞	4,0	4,0	4,0	—	—

Wie aus Tabelle 2 ersehen werden kann, ist die Intensität der Glasstrahlung in 15 cm-Fokalabstand noch erheblich, falls die an die Röhre angesetzte Rohrblende eine lichte Weite von höchstens 10 cm hat. Nicht zu vergessen ist hierbei, daß die Glasstrahlen im allgemeinen Röntgenstrahlen anderer Qualität und zwar solche niedrigeren Härtegrades sind als die primären Röntgenstrahlen, und daß die von irgendeinem Körper aufgenommene Oberflächendosis unter der Annahme einer bestimmten Intensität der Röntgenstrahlung auf der die Strahlung empfangenden Körperoberfläche und einer bestimmten Bestrahlungsdauer um so größer gerät, je weicher die Röntgenstrahlung ist. Demnach kann ein Hautstück oder eine Sabouraud- und Noiré'sche Pastille, die beispielsweise in 20 cm-Fokalabstand angeordnet und einer Strahlung ausgesetzt ist, von deren Energie 10 % vom Glase und die übrigen 90 % von der Antikathode herrühren, eine Dosis empfangen, von welcher 15 oder gar 20 % auf Rechnung der Glasstrahlung zu setzen sind, während der primären Röntgenstrahlung nur eine Teildosis von 85, 80 oder eventuell noch weniger Prozente der Gesamtdosis zukommt.

Uns interessiert es noch zu erfahren, welchen Einfluß die Glasstrahlung auf das Gesetz hat, nach welchem sich die Intensität der gesamten Röntgenstrahlung mit dem Fokalabstand ändert. Greifen wir zwei innerhalb des gleichen Fokalstrahles im einfachen und im doppelten Fokalabstand liegende Punkte heraus. Dann ist das Verhältnis der Intensitäten I_{p_1} und I_{p_2} der

primären Röntgenstrahlung in den beiden Punkten = 4. Das Verhältnis der Intensitäten I_{g_1} und I_{g_2} der Glasstrahlung in den beiden Punkten ist von 4 verschieden. Also muß auch das Verhältnis der Intensitäten der gesamten Strahlung, also $\frac{I_{p_1} + I_{g_1}}{I_{p_2} + I_{g_2}}$, von 4 verschieden sein. Es ist nunmehr festzustellen, wie groß die Abweichung dieser Verhältniszahl vom Werte 4 ist.

Wählen wir den ersten Punkt in 15 cm, den zweiten in 30 cm Fokalabstand und setzen wir voraus, daß die Blende, in deren Längsachse wir uns die beiden Punkte angenommen denken, 14 cm lichte Weite hat. Dann ist gemäß Tabelle 2 und Fig. 7 die Intensität der Glasstrahlung I_{g_1} im ersten Punkte 13,5 % der Intensität I_{p_1} der Primärstrahlung in dem Punkte. Also ist die Gesamtintensität I_1 der Gesamtstrahlung in 15 cm-Fokalabstand = 1,135 I_{p_1}. Analog ergeben sich für den zweiten Punkt: I_{g_2} = 7,8 % von I_{p_2} und somit die Gesamtintensität der Röntgenstrahlung im zweiten Punkt: $I_2 = 1{,}078\ I_{p_2}$. Da nun $I_{p_1} = 4 I_{p_2}$ ist, so ergibt sich aus obigem:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1{,}135}{1{,}078} \cdot 4 = 4{,}21.$$

Also ist das Verhältnis der resultierenden Röntgenstrahlenintensitäten in den beiden in 15 und 30 cm-Fokalabstand liegenden Punkten nicht etwa 4, wie dies allgemein angenommen wird, sondern ist davon um ungefähr 5 % verschieden.

In der unteren Hälfte der Tabelle 2 sind die Werte von $\frac{I_1}{I_2}$ angegeben, welche man gewinnt, wenn man denjenigen Punkt, auf den I_1 Bezug hat, in 12, 15 bzw. 20 cm-Fokalabstand wählt. So ergibt sich beispielsweise aus der Tabelle, daß, wenn b = 5 cm ist, die Sabouraud und Noirésche Pastille in 12 cm-Fokalabstand angeordnet und dementsprechend die Hautfokusdistanz = 24 cm gewählt ist, die Intensität der gesamten Röntgenstrahlung in der Pastillenoberfläche das 4,34 fache der gesamten Röntgenstrahlenintensität in der Hautoberfläche beträgt. Das Verhältnis der Röntgenstrahlenintensitäten in den beiden Punkten ist also vom angeblichen Werte um mehr als 8 % verschieden. Nur für Punkte des Normalstrahles bzw. in dessen Umgebung liegende Punkte erhält man für das Verhältnis $\frac{I_1}{I_2}$ in dem Falle, wenn eine Blende nicht vorgesehen ist, den Wert 4. Wie leicht übersehen werden kann, resultieren für Punkte des Hauptstrahles in dem Falle, wenn eine Blende nicht vorhanden ist, Werte von $\frac{I_1}{I_2}$, die zwischen 4 und den Zahlenwerten in der vorletzten Reihe der Tabelle 2 liegen, die aber von 4 nur unwesentlich, höchstens um 1—2 % verschieden sein können.

Trotzdem das Verhältnis der Röntgenstrahlenintensitäten in zwei in einfachem und doppeltem Abstande befindlichen Punkten unter dem Einflusse der Glasstrahlung in vielen Fällen von 4 beträchtlich abweicht, kann dennoch die Messung mit Sabouraud und Noiréschen Pastillen richtige Werte liefern, wenn nämlich beim Gebrauch der Pastille ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie bei ihrer Eichung vorgelegen haben. Wir wollen annehmen, daß die Feststellung der Teinte B beispielsweise mit einer Röhre von 20 cm Durchmesser bei einer Fokaldistanz von 15 cm ausgeführt worden ist, wobei die Pastille im Hauptstrahl angeordnet war. Dann wird die Pastille bei Erreichung der Teinte B eine Röntgenstrahlenenergie empfangen haben, die fast genau das Vierfache der Röntgenstrahlenenergiemenge beträgt, welche die Hautoberfläche empfangen hat, und die in ihr ein leichtes Erythem erzeugte. Wird nun bei der Dosierung in praxi die Pastille ebenfalls im Hauptstrahl einer Röntgenröhre von 20 cm Durchmesser in 15 cm Fokalabstand angeordnet, so muß (unter der Voraussetzung, daß diese Röhre die gleiche Härte hat wie die Eichröhre) die in 30 cm Fokalabstand angeordnete Hautfläche bis zur Erreichung der Teinte B auch wieder ungefähr ein Viertel der von der Pastille empfangenen Energiemenge aufgefangen haben, und es muß auch wieder ein Erythem entstehen. Man wird richtige Resultate auch dann noch erreichen, wenn die Pastille bei nicht abgeblendeter Röhre in einem größeren Fokalabstand oder in dem Gebiet zwischen dem Hauptstrahl und dem Normalstrahl



angeordnet ist. Hingegen müssen Meßfehler dann entstehen, wenn die Pastille infolge Verwendung einer Rohrblende nur der Strahlung eines Teiles der Glaskugel ausgesetzt ist. Befindet sich die Pastille beispielsweise in der Achse einer Rohrblende von 14 cm Durchmesser, so wird in dem Falle, wenn die Fokaldistanz = 15 cm gewählt ist, die Strahlenintensität in der Pastillenoberfläche das 4,2 fache derjenigen in der in 30 cm Fokaldistanz angeordneten Hautoberfläche betragen. Da bei der Eichung die Pastille eine etwa 4,05 mal so große Intensität empfangen hat wie die Hautoberfläche, so wird sich ein Meßfehler von ungefähr 4 % ergeben, und zwar wird eine Unterdosierung stattfinden. (Da die Glasstrahlung erheblich weicher als die primäre Röntgenstrahlung ist, so muß der prozentuelle Unterschied in den Dosen größer geraten als derjenige der Intensitäten, und demzufolge muß der Meßfehler in Wirklichkeit 4 % übersteigen. Die wahren Meßfehler sind auch noch aus dem weiteren Grunde etwas größer, weil bei der Rechnung eine bis an die Glaswandung der Röhre heranreichende Rohrblende vorausgesetzt worden ist, und diese Voraussetzung nie ganz zutrifft.)

Wenn auch die Meßfehler, die bei der Dosierung mit Sabouraud und Noiréschen Pastillen entstehen, gering im Verhältnis zu anderen bei diesen Messungen möglichen Meßfehlern sind, dürfte es sich doch empfehlen, daß die Feststellung der Teinte B bei nicht abgeblendeter Röhre und bei einem nicht zu geringen Fokalabstand vorgenommen wird.

Die Abweichung der Verhältniszahl $\frac{I_1}{I_2}$ vom Werte 4 müßte auch bei Messungen mit Kienböckschen Streifen, falls diese nicht in Fokushautdistanz angeordnet sind, berücksichtigt werden.

Wird die Dosismessung unter einem wirksamen Strahlenfilter, z. B. unter Aluminium von 2 oder 3 mm Dicke vorgenommen, so kann damit gerechnet werden, daß die weichen Komponenten der Glasstrahlung im Filter vollkommen absorbiert sind, und es kann das Gesetz von der quadratischen Verteilung der Strahlungsintensität für genau gültig angesehen werden.

2. Flächenenergie.

Nehmen wir ein in einer Horizontalebene E liegendes, beispielsweise kreisförmiges Flächenstück S von 1 cm² Flächeninhalt und senkrecht oberhalb seines Mittelpunktes M den Fokus F einer Röntgenröhre an (Fig. 8). Denken wir uns von diesem nach allen Randpunkten des Flächenstückes S Strahlen gezogen, so erhalten wir von diesen einen Kegel begrenzt, innerhalb dessen der aus dem Fokus quellende und das Flächenstück S durchsetzende Röntgenlichtstrom fließt. Denken wir uns nun das Flächenstück S um die Achse a-a allmählich gedreht. Dann geht im Laufe dieser Bewegung die Zentralprojektion S' der kreisförmigen Fläche S auf die Horizontalebene E aus der ursprünglichen Kreisform (Fig. 8) in eine Ellipse (Fig. 9) über, deren in der Drehachse aa liegende große Achse unveränderlich, und zwar gleich dem Durchmesser d der Kreisfläche S bleibt, während ihre kleine Achse b im Laufe der Drehung allmählich kürzer wird. Und so schrumpft auch der Kegel K, der ursprünglich ein Kreiskegel war, zu einem allmählich flacher werdenden elliptischen Kegel zusammen. Da nun die Öffnung des Kegels, d. h. sein Querschnitt S' ein Maß der innerhalb der Zeiteinheit durch den Kegel strömenden Energiemenge ist, so hat die mit wachsendem φ (Fig. 9) vor sich gehende allmähliche Schrumpfung des Kegels zu bedeuten, daß die vom Flächenstück S pro Zeiteinheit empfangene Strahlenenergie um so geringer wird, je weiter die Fläche verdreht wird, d. h. je kleiner der Winkel wird, den die Fläche mit den einfallenden Strahlen einschließt.

Setzen wir nun die Drehbewegung so lange fort, bis S in die zur Ebene E senkrechte Lage gelangt, also $\varphi = 90^0$ geworden ist (Fig. 10), so wird die Projektion S' der Kreisfläche zu einer Geraden und der Kegel zu einer Fläche zusammengeschrumpft sein. Also werden der Flächeninhalt von S', das Kegelvolumen und somit die das Flächenstück S durchsetzende Strahlenenergie = Null geworden sein.

Ebenso wie die von einem wagerechten Flächenstück auf der Erdoberfläche pro Zeitein-



heit aufgenommene Sonnenstrahlenenergie morgens, wenn die Sonnenstrahlen unter einem spitzen Winkel einfallen, klein ist und tagsüber wächst, um dann, wenn die Sonne in den Zenith gelangt, ein Maximum zu erreichen, so ist auch die von einem Flächenstück sekundlich aufgenommene Röntgenstrahlenenergie dann, wenn die Röntgenstrahlen schräg einfallen, gering, ist um so größer, je steiler sie auf die Fläche prallen, und ist am größten, wenn die Fläche senkrecht bestrahlt ist.

Wir haben angenommen, daß der Flächeninhalt von $S = 1\ cm^2$ ist. Dann ist die von S bei senkrechter Bestrahlung (Fig. 8) sekundlich aufgenommene Strahlungsenergie = der Intensität I der Röntgenstrahlung im Punkte M. Ist S gegen die zu den einfallenden Strahlen senkrechte Ebene unter dem Winkel φ geneigt (Fig. 9), so ist die von ihr sekundlich empfangene Strahlen-

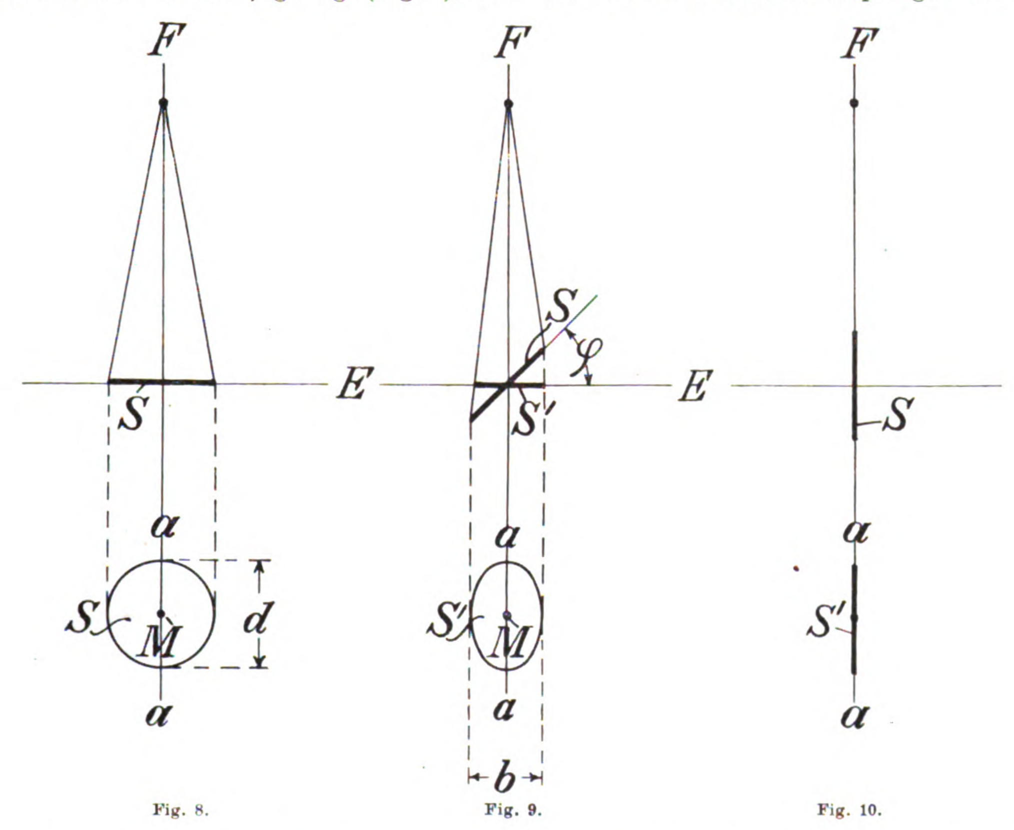


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

energie im Verhältnis von S′:S geringer, denn S empfängt jetzt nur mehr jene Strahlen, welche ihre Projektion S′ senkrecht durchsetzen. Da nun S′ annähernd $= S . \cos\varphi = 1 . \cos\varphi$ ist, so ist die von S in der Zeiteinheit aufgefangene Strahlenenergie $= I \cos\varphi$. Ist $\varphi = 0^0$, d. h. liegt S zu den Strahlen senkrecht, so ist $\cos\varphi = 1$ und somit die von S sekundlich aufgenommene Strahlenenergie = I. Ist $\varphi = 90^0$, also S zu den Strahlen parallel, so wird, da $\cos . 90^0 = 0$ ist, die von S empfangene Strahlenenergie = 0 sein.

Befindet sich der Röntgenstrahlenerzeuger, wie wir dies immer bisher vorausgesetzt haben, im stationären Betriebszustande, so wird die von irgendeinem relativ zur Röhre unbeweglichen Flächenstück pro Zeiteinheit empfangene Strahlenenergie konstant sein. Ist die das Flächenstück S von $1\ cm^2$ Flächeninhalt pro Sekunde durchströmende Strahlenenergie $= I \cos\varphi$, so muß die von ihm während der Bestrahlungsdauer von T Sekunden im ganzen empfangene Strahlenenergie F das T-fache von jener, also

4) $$F = I \cos\varphi . T \text{ sein.}$$

Ist das Flächenstück zur Strahlenrichtung senkrecht, also $\varphi = 0^0$, so ist

5) $$F = I \cdot T.$$

Wir nennen diese während der Bestrahlungsdauer T vom Flächenstück 1 im ganzen empfangene Strahlenenergie nach dem Vorschlage von Christen Flächenenergie der Strahlung.

Die Flächenenergie für ein Flächenstück (geringer Ausdehnung) kann als diejenige Strahlenenergie definiert werden, die das Flächenstück während der Dauer der Bestrahlung pro cm² aufgenommen hat. Hat das in Fig. 9 betrachtete Flächenstück S einen Flächeninhalt von q cm² (wobei wir annehmen wollen, daß q klein, und zwar so klein ist, daß man die Intensität I der Röntgenstrahlung in allen Punkten des Flächenstückes für konstant ansehen kann) und ist S während T Sekunden bestrahlt worden, so ist die pro Zeiteinheit aufgenommene Strahlenenergie = dem q fachen der von der Flächeneinheit in derselben Zeit aufgenommenen Energie, also $= q \cdot I \cos\varphi$ und die während T Sekunden aufgenommene Energie $E = q I \cos\varphi \cdot T$. Da nun $I \cos\varphi\, T =$ der Flächenenergie F sein soll, so ist $E = F \cdot q$, also

$$F = \frac{E}{q}. \tag{6}$$

Die Flächenenergie ist demnach diejenige spezifische Strahlenenergie, die im Laufe der Bestrahlung pro cm² des Flächenstückes S im ganzen aufgefangen worden ist.

Fassen wir ein beliebiges 1 cm² großes Flächenstück ins Auge. Heißt es von diesem Flächenstück, daß es die Flächenenergie $F = 10$ empfangen hat, so bedeutet dies, daß das Produkt $I \cdot T \cos\varphi = 10$ ist. Diese bestimmte Energie kann nun die Fläche in ganz verschiedener Weise empfangen haben, so z. B. auf dem Wege, daß $\cos\varphi = 1$ gewählt, d. h. daß das Flächenstück senkrecht bestrahlt war; in diesem Falle muß $I\,T = 10$ gewesen sein. Es kann dieses Flächenstück die Flächenenergie 10 auch so erhalten haben, daß die Fläche zu den Strahlen z. B. unter 45° geneigt, also $\cos\varphi = 0{,}707$ war, woraus folgt, daß

$$I\,T = \frac{F}{\cos\varphi} = \frac{10}{0{,}707} = 14{,}14$$

gewesen sein mußte. Nun kann weiterhin im ersten Fall der Wert $I\,T = 10$ so erreicht worden sein, daß die Fläche mit der Intensität 10 eine Sekunde lang, oder daß sie zwei Sekunden lang mit der Intensität 5 oder 10 Sekunden lang mit Strahlen von der Intensität 1 bestrahlt wurde; in allen Fällen ist ja $I\,T = 10$. Ebenso kann im zweiten Falle der Wert von $I\,T = 14{,}14$ erreicht sein z. B. dadurch, daß $I = 2$ und $T =$ ungefähr 7 Sekunden, oder dadurch, daß $I = 6$ und $T =$ ungefähr 2,3 Sekunden usw. gewählt wurde.

Eine bestimmte Flächenenergie kann also auf verschiedene Arten erzielt werden. Sie kann auf dem Wege einer lang andauernden Bestrahlung bei geringer Strahlenintensität wie auch auf dem Wege einer kurzzeitigen, sehr intensiven Bestrahlung gewonnen werden. Trotzdem es vom Standpunkt der Dosierung letzten Endes doch nur auf den Betrag der dem bestrahlten Gewebekomplex im ganzen zugeführten Strahlenenergie, d. h. auf den Wert des Produktes aus den drei Faktoren I, T und $\cos\varphi$ ankommt, dürfte es doch ratsam sein, nicht aus dem Auge zu verlieren, in welcher Weise das Produkt $I \cdot T \cdot \cos\varphi$ zustande gekommen ist. Denn es dürfte bei der Einwirkung von Röntgenstrahlen auf biologische Vorgänge, einen bestimmten Wert des Produktes $I \cdot T$ vorausgesetzt, durchaus nicht gleichgültig sein, ob I groß und T klein, oder umgekehrt I klein und T groß gewählt wurde. Man wird mit dem Begriffe der Flächenenergie mit Vorsicht umgehen und bei seinem Gebrauche stets im Auge behalten müssen, bei welchem Werte von I bzw. $I \cos\varphi$ das bestimmte F erzielt worden ist.

Ist die von der Röntgenstrahlenquelle sekundlich gelieferte Röntgenstrahlenenergie nicht konstant und demzufolge die Intensität I innerhalb des Flächenstückes S während der Bestrahlungsdauer T variabel, so kann die Flächenenergie in der Weise berechnet werden, daß man den zeitlichen Mittelwert I_m der variabelen Intensität ermittelt und das Produkt $I_m\, T \cos\varphi$ bildet. Nun ist F auch $= \frac{E}{q}$, wenn E die vom Flächenstück S während der Bestrahlungsdauer T im ganzen empfangene Strahlenenergie, und wenn q die Oberfläche von S bedeutet.

Die Ermittelung der Flächenenergie F aus dem Werte von E heraus wird durch den Umstand, daß I während der Bestrahlungsdauer variabel ist, nicht berührt, zumal die Größe von E wie auch diejenige der Flächenenergie von der Art ihrer Entstehung ganz unabhängig sind.

Wünscht man den Betrag der Flächenenergie für ein Flächenstück zu ermitteln, so gelangt man dazu am einfachsten durch Messung von E, weil sich daraus $F = \frac{E}{q}$ ohne weiteres ergibt. Umständlicher ist es, F aus den Werten von I und T zu ermitteln, weil man in diesem Falle I während der ganzen Dauer T der Bestrahlung messen muß, um den richtigen Mittelwert I_m bilden und sodann aus I_m und aus dem gemessenen T und φ das Produkt $I_m T \cos\varphi$ berechnen zu können. Daher sind vom Standpunkte der Dosismessung diejenigen Meßmethoden, welche die Flächenenergie direkt zu ermitteln gestatten, solchen Methoden vorzuziehen, mit Hilfe deren nur der Wert der Röntgenstrahlenintensität gemessen werden kann.

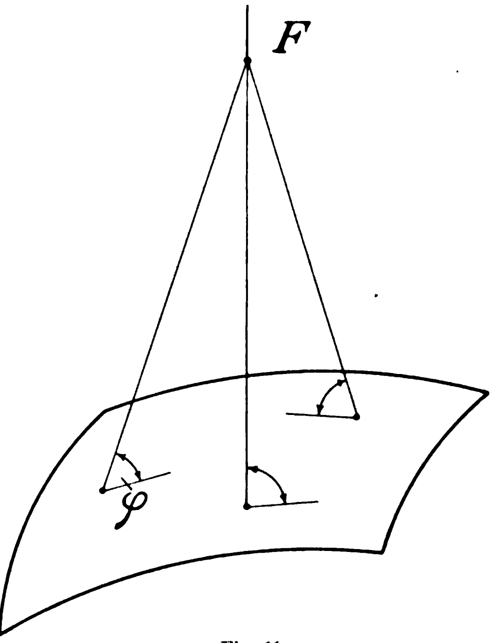


Fig. 11.

Ist eine beliebig geformte Fläche größerer Ausdehnung (Fig. 11), beispielsweise ein Stück der Körperoberfläche eines Patienten, der Strahlung einer stationär arbeitenden Röntgenröhre ausgesetzt, so wird die Intensität I der Röntgenstrahlung in verschiedenen Punkten der Hautoberfläche verschieden sein, und zwar aus zwei Gründen: erstens, weil die räumliche Verteilung der Strahlenenergie nicht gleichmäßig ist, zweitens weil die Fokalabstände verschiedener Punkte der Hautfläche verschieden sind. Weiterhin ist im allgemeinen der Neigungswinkel der Strahlen zur Hautfläche an deren verschiedenen Stellen verschieden. Daraus folgt, daß das Produkt $I \cos\varphi$ und somit auch $I \cos\varphi \,.\, T$, d. h. die Flächenenergie in verschiedenen Punkten der Fläche verschieden ist. Bilden wir nun den Mittelwert von $I \cos\varphi$ für alle Punkte der Fläche, so ist die mittlere Flächenenergie $F_m = (I \cos\varphi)_m \,.\, T$. Ist dagegen die von der Röhre sekundlich gelieferte Strahlenenergie variabel, so muß zuerst noch für jeden Punkt der Fläche der zeitliche Mittelwert I_m und sodann der Mittelwert aller $I_m \cos\varphi$ für alle Punkte der Fläche gebildet werden. F_m ist sodann $= (I_m \cos\varphi)_m \,.\, T$. Die von der ganzen Fläche während der Zeit T im ganzen empfangene Strahlenenergie ist also:

$$7)\qquad E = (I_m \cos\varphi)_m \,.\, T \,.\, S,$$

wenn S die gesamte bestrahlte Oberfläche des Körpers ist. Die mittlere Flächenenergie F_m ist also:

$$8)\qquad F_m = (I_m \cos\varphi)_m\, T = \frac{E}{S}.$$

3. Umwandlung der von einem Körper absorbierten Röntgenstrahlenenergie in andere Energiearten; die Röntgendosis.

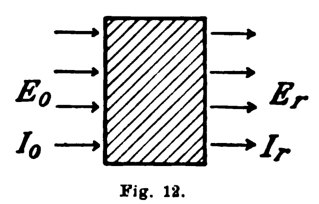


Fig. 12.

Ist ein Körper (Fig. 12) der Strahlung einer Röntgenröhre ausgesetzt, so wird ein Teil der in ihn eindringenden Strahlenenergie von ihm verschluckt, während der Rest der Energie aus ihm heraustritt und in die hinter dem Körper vorhandenen Medien weiterdringt. Bedeutet E_0 die gesamte von der Körperoberfläche während der Bestrahlungsdauer entgegengenommene Röntgenstrahlenenergie und E_r die auf der Rückseite des Körpers während derselben Zeit heraustretende Strahlenenergie, so stellt die Differenz E_0-E_r diejenige gesamte Energiemenge dar, die vom Körper absorbiert worden ist.

Fängt ein Körper irgendeine Energiemenge auf, sei es mechanische Energie, Licht, Wärme oder irgendeine andere Energieart, so spielen sich in dem Energieempfänger im allgemeinen Energieumwandlungen ab. Wird ein durchscheinender Körper, beispielsweise Glas, von einer Lichtquelle bestrahlt, von welcher angenommen sein möge, daß sie nur Lichtwellen und keine Wärmewellen aussendet, so wird von dem Körper ein Teil der in ihn eintretenden Lichtenergie absorbiert, der andere von ihm hindurchgelassen, wobei der erstgenannte Teil im Körper in Wärmeenergie umgewandelt wird. Ist der betreffende lichtabsorbierende Körper eine kolloidale Lösung, z. B. Eosin, so wird die absorbierte Energie zum Teil in Wärme, zum anderen Teil, indem das Eosin zur Fluoreszenz erregt wird, in eine neue Art von Lichtenergie transformiert. Oder ist der lichtabsorbierende Körper beispielsweise Bromsilber, so wird die von ihm absorbierte Lichtenergie zu einem Teil in Wärme umgewandelt, und zum anderen Teil zur Zersetzung des Bromsilbers aufgewendet, also in Form von chemischer Energie aufgezehrt. In ähnlicher Weise wird die von einem Körper absorbierte Röntgenstrahlenenergie in verschiedene Gattungen von Energien umgeformt. Ist der absorbierende Stoff beispielsweise ein Metall, so wird die absorbierte Energie zu einem Teil in Wärmeenergie, zu einem zweiten Teil in sogenannte Sekundärstrahlenenergie (eine für das betreffende Metall charakteristische homogene Röntgenstrahlenenergie), und drittens in β-Strahlen, d. h. in Kathodenstrahlenenergie transformiert. Ist die absorbierende Substanz beispielsweise Baryumplatinzyanür, so wird außer jenen drei Energiearten auch noch eine vierte, nämlich die Fluoreszenz des Baryumplatinzyanürs, in Erscheinung treten. Nimmt man den Fall an, daß der absorbierende Körper eine organische Substanz, beispielsweise lebendes tierisches Gewebe ist, so wird die von diesem absorbierte Röntgenstrahlenenergie in jene drei Energiearten und vermutlich noch zu einem Teil in chemische Energie umgeformt.

Solche Energieumwandlungen haben im allgemeinen noch sekundäre Energietransformationen zur Folge, indem irgendeine der auf dem Wege der Umformung erzeugten sekundären Energieformen oder mehrere von diesen wieder in eine neue, quasi in eine tertiäre Energieart, umgewandelt werden. So ist es denkbar, daß die aus der Umwandlung hervorgehende Wärmeenergie und die erzeugte chemische Energie zusammengenommen in mechanische Energie umgesetzt werden.

Alle solche Energieumwandlungen, wie und wie oft sie sich auch abspielen mögen, vollziehen sich stets nach dem obersten Grundgesetz, daß Energie niemals verloren gehen kann, was soviel heißt, daß die Summe der aus der Umwandlung hervorgehenden Energiemengen genau ebenso groß sein muß, wie die Summe der Energien, die umgewandelt worden sind. So muß die im lichtabsorbierenden Bromsilber erzeugte chemische Energie und Wärmeenergie zusammengenommen genau ebenso groß sein wie die absorbierte Lichtenergie. Ebenso muß die Summe der in einer Röntgenröhre erzeugten Röntgenstrahlenenergie, der im Glase entstehenden, in Form von Fluoreszenzstrahlen zutage tretenden Lichtenergie und der gesamten Wärmeenergie, die in der Röntgenröhre erzeugt wird, ebenso groß sein wie jene elektrische Energie, die in die Röntgenröhre eingeführt und dort in jene drei Energiearten umgewandelt worden ist.

Da in allen Maschinen, Apparaten, Retorten und dergleichen mehr, welche wir zur Erzeugung bestimmter Energiearten benutzen, die eingeführte primäre Energie stets in mehrere Arten von Energien umgewandelt wird, so entstehen neben der von uns gewollten nutzbaren Energie unerwünschte Nebenprodukte. So wird beispielsweise in einer Dynamomaschine, die wir zur Erzeugung elektrischer Energie benutzen, die ihr von der antreibenden Kraftmaschine (Dampfmaschine, Turbine oder dgl.) zugelieferte mechanische Energie nicht zu 100, sondern vielleicht nur zu 85$^0/_0$ in elektrische Energie umgeformt, während der Rest von 15$^0/_0$ infolge von Wärmeproduktion in Verlust gerät. Mit Rücksicht auf das von uns verfolgte Ziel, sich die Energietransformation zur Erzeugung einer bestimmten Energieart abspielen zu lassen, ist es gerechtfertigt, von Energieverlusten zu sprechen, nämlich die Summe der nicht gewollten Energiewerte als Energieverlust zu bezeichnen, wenn auch ein solcher im Haushalt der Natur,

vom überlegenen Standpunkt der Energetik aus betrachtet, nicht vorhanden ist. Vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus gesehen, arbeitet also eine Dynamomaschine, welche von der eingeführten mechanischen Energie nur 85 % in elektrische Energie umwandelt, mit einem Energieverlust von 15 % der eingeführten Energie, oder, wie man zu sagen pflegt, mit einem Wirkungsgrad von 85 %.

In ähnlicher Weise wird auch von derjenigen Röntgenstrahlenenergie, die in einen lebenden Organismus zwecks Erzeugung therapeutischer Wirkungen eingeführt oder zum Zwecke der Erzeugung photographischer Wirkungen von einer photographischen Platte aufgefangen wird, nur ein gewisser Bruchteil in nutzbare biologische bzw. chemische Energie umgewandelt.

Beachtet man, daß eine Energie nur auf Kosten von Aufwendung einer ebenso großen Energie der gleichen oder anderer Art erzeugt werden kann, so ist es begreiflich, daß auf dem Wege der Bestrahlung eines Gewerbekomplexes oder der lichtempfindlichen Schicht einer photographischen Platte mittels Röntgenstrahlen eine biologische bzw. chemische Wirkung nur dann entstehen kann, wenn in den betreffenden Körpern auch eine Absorption von Röntgenstrahlenenergie stattfindet. Würde der der Röntgenstrahlung ausgesetzte Körper für Röntgenstrahlen vollkommen durchlässig sein, sei es aus dem Grunde, weil die Substanz ein verschwindend geringes Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen besitzt, oder aus dem Grunde, weil die Röntgenstrahlung so penetrant ist, daß in dem Körper nur verschwindend geringe Mengen der Röntgenstrahlenenergie zur Absorption gelangen, so kann in dem betreffenden Körper keinerlei nennenswerte Wirkung der Röntgenstrahlen zustande kommen. Aus dem Gesagten folgt, daß in irgendeinem von Röntgenstrahlen durchsetzten Medium die von der Bestrahlung herrührenden Wirkungen nicht der den Körper durchdringenden Röntgenstrahlenenergie zuzuschreiben ist, sondern nur von der vom Körper verschluckten, in ihm zurückbleibenden Energie herrühren kann. Aus diesem Grunde müssen wir unser Augenmerk auf die vom Körper absorbierten Röntgenstrahlenenergiemengen lenken.

Wir wollen die von der Volumeneinheit des bestrahlten Körpers zurückgehaltene Röntgenstrahlenenergiemenge, also diejenige Menge an Strahlenenergie, die wir dem Körper während der Bestrahlung pro cm^3 verabreicht haben, als Röntgendosis bezeichnen. Hat der Körper vom Volumen V während der Bestrahlung im ganzen die Strahlenenergiemenge $E_0 - E_r$ verschluckt, so ist die pro Volumeneinheit aufgesogene Energiemenge D_m, also die Röntgendosis:

$$D_m = \frac{E_0 - E_r}{V}. \tag{9}$$

In Wirklichkeit ist dies die mittlere Röntgendosis. Denn nicht alle Teile des Körpers empfangen die gleiche spezifische Strahlenenergiemenge. Wie wir noch sehen werden, fängt die der Strahlenquelle zugewendete Oberflächenschicht eine größere Dosis (Oberflächendosis) auf, als eine tiefer liegende Gewebeschicht (Tiefendosis) oder gar als die auf der Rückseite des Körpers befindlichen Schichten.

Ist nun im Sinne des Obigen die in einem Körper durch Röntgenstrahlen hervorgebrachte therapeutische Wirkung eine Folge teilweiser Absorption der ihn durchsetzenden Strahlenenergie, so muß die therapeutische Wirkung um so kräftiger sein, je größer die pro Volumeneinheit verschluckte Strahlenenergie, d. h. je größer die Röntgendosis ist.

Die absorbierte Strahlenenergie wird aber nur zum Teil in biologische Energie umgesetzt. Die pro cm^3 des bestrahlten Körpers erzeugte biologisch-wirksame Energie, die Christen im Gegensatz zu der oben definierten „physikalischen“ oder „rohen“ Dosis als „biologische“ oder „wirksame“ Dosis bezeichnet, stellt also einen Bruchteil der verabreichten physikalischen Dosis dar. Würde die Umwandlung der eingeführten Röntgenstrahlenenergie in die verschiedenen Energieprodukte immer in der gleichen Weise stattfinden, d. h. würde die in einem Gewebekomplex aus der Röntgenstrahlenenergie entspringende biologisch-wirksame Energie stets den gleichen Prozentsatz der absorbierten Röntgenstrahlenenergiemenge dar-

stellen, dann könnte man die physikalische Röntgendosis als Maß der biologischen Dosis ansehen. Es ist jedoch kaum wahrscheinlich, daß die Verhältniszahl der biologischen Dosis zur eingeführten Röntgendosis, die Christen Sensibilitätskoeffizient nennt, in allen Fällen konstant ist. Ebenso wie die von einer Glühlampe gespendete Lichtenergie verschieden große Prozentsätze der in der Lampe verbrauchten elektrischen Energie darstellt, je nachdem der Lampenstrom stärker oder schwächer und dementsprechend die Temperatur des Glühfadens höher bzw. niedriger ist, oder, ebenso wie eine Dynamomaschine mit einem verschieden großen Wirkungsgrad arbeitet, je nachdem sie stärker oder schwächer belastet ist, so dürfte auch der therapeutische Wirkungsgrad der Röntgenbestrahlung, d. h. das Verhältnis der nutzbaren biologischen Dosis zur aufgewendeten Röntgendosis verschieden sein, je nachdem man mit einem schwachen oder mit einem intensiven Röntgenlichtstrom arbeitet. Es ist also zu erwarten, daß bei Aufwendung derselben Röntgendosis eine verschieden starke biologische Wirkung erzielt wird, je nachdem man das eine Mal mit einem kleinen I und einer langen Bestrahlungsdauer T oder mit einem großen I und einer kurzen Bestrahlungsdauer T operiert.

Außerdem dürfte der Sensibilitätskoeffizient noch von einer Reihe anderer Faktoren, wie u. a. von der Röhrenhärte und dem zeitlichen Verlauf des Röhrenstromes, abhängig sein.

Da sich der Sensibilitätskoeffizient und die biologische Dosis der direkten Messung entziehen, und ihrer indirekten Ermittelung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, so muß die Einführung dieser beiden Begriffe zurzeit als zwecklos bezeichnet werden.

Selbst wenn diese beiden Größen meßbar wären, dürfte es dem Therapeuten gleichgültig sein, ob er als Kontrollmaß bei seinen Bestrahlungen die biologische Dosis oder die physikalische einführen soll. Denn die zur Schrumpfung eines Sarkoms von 1 cm^3 Volumen oder die zur Erzielung eines vollen Heilerfolges bei einem Epitheliom notwendige biologische Dosis kann nicht im voraus berechnet werden, sondern sie müßte in der nämlichen Weise empirisch festgestellt werden, wie man die zu dem gleichen Zweck erforderlichen physikalischen Dosen aus der Erfahrung hergeleitet hat. Da also letzten Endes doch die Empirie die Daten zur Bemessung der in verschiedenen Fällen zu applizierenden Dosen zu liefern hat, welche der beiden Dosen man auch zur Grundlage der Dosierung wählen möge, so erscheinen sie beide vom Gesichtspunkte des Praktikers aus von vornherein gleichwertig. Die biologische Dosis scheidet aber in Wirklichkeit aus, weil ihre Meßbarkeit so gut wie aussichtslos erscheint.

Unter Dosis verstehen wir daher fortan stets die physikalische Dosis, d. h. die von der Volumeneinheit des Körpers absorbierte Röntgenstrahlenenergiemenge.

4. Absorption der Röntgenstrahlenenergie.

Ein Maß für das Absorptionsvermögen eines Stoffes für Röntgenstrahlen einer bestimmten Härte kann man in der Weise gewinnen, daß man auf eine aus dem betreffenden Stoff gefertigte 1 mm dicke Platte homogene Strahlen der in Frage kommenden Härte senkrecht aufprallen läßt und die in die Platte eindringende und die aus ihr heraustretende Strahlenenergie mißt. Die Verhältniszahl der absorbierten und der eindringenden Energie stellt ein Maß des fraglichen Absorptionsvermögens dar.

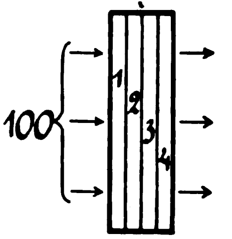


Fig. 13.

Nehmen wir einen plattenförmigen Körper von beispielsweise 4 mm Dicke (Fig. 13) und senkrecht auf ihn einfallende homogene Röntgenstrahlen solcher Härte an, daß eine aus dem betreffenden Stoff gefertigte, 1 mm dicke Platte 30% der senkrecht in sie eindringenden Strahlenenergie absorbiert. Setzen wir weiter voraus, daß der mittlere Fokalabstand d_m der Platte so groß ist, daß die Differenz der Strahlenintensitäten in den Fokalabständen $d_m + 2$ und $d_m - 2$ mm in Luft vernachlässigbar klein ist. Ist d_m z. B. = 800 mm, dann sind die Strahlenintensitäten in 798 und 802 mm Fokalabstand nur um 1% voneinander verschieden.

Denken wir uns nun die Platte parallel zu ihrer bestrahlten Fläche in 4 je 1 mm. dicke Schichten geteilt. Ist E_0 die ganze innerhalb der Zeiteinheit eindringende Strahlenenergie, so absorbiert die erste Schicht pro Sekunde 30% von E_0 und läßt 70% von E_0 frei durchtreten. Ist E_0, in irgendwelchen Einheiten gemessen, = 100, so bleiben 30 Energieeinheiten in der ersten Schicht zurück und 70 Einheiten werden von ihr hindurchgelassen. Die zweite Schicht empfängt nun sekundlich die aus der ersten Schicht heraustretenden 70 Einheiten. Da diese Schicht auch wieder 30% der in sie eindringenden Strahlenenergie verschluckt, so absorbiert sie sekundlich 30% von 70 Einheiten, also 21 Einheiten und gewährt den übrigen 70—21 = 49 Einheiten freien Durchtritt usf. Es ergibt sich also:

	Sekundlich eintretende Energie	Sekundlich absorbierte Energie	Sekundlich hindurchgelassene Energie
1. Schicht	100 Einh.	30% von 100 = 30 Einh.	100—30 = 70 Einh.
2. „	70 „	„ „ 70 = 21 „	70—21 = 49 „
3. „	49 „	„ „ 49 = 15 „	49—15 = 34 „
4. „	34 „	„ „ 34 = 10 „	34—10 = 24 „

Wie hieraus ersichtlich ist, verschlucken die einzelnen Schichten verschieden große Energiemengen. Die erste absorbiert 30%, die zweite bereits weniger, nämlich 21%, die dritte nur 15% und die vierte nur mehr 10% der in die Platte eindringenden Energiemenge. Dies ist auch einleuchtend, denn jede der Schichten empfängt eine kleinere Energiemenge als die vorhergehende, und da jede relativ gleichviel Strahlenenergie absorbiert, so stellen die absoluten Beträge der von aufeinander folgenden Schichten zurückgehaltenen Energiemengen eine abklingende Reihe dar. Dasselbe gilt auch für die Strahlungsintensitäten, d. h. für die von den einzelnen Schichten sekundlich und pro cm^2 absorbierten bzw. hindurchgelassenen Energiemengen. Ist I_0 die Strahlenintensität in der Plattenoberfläche = 100, so ist die Intensität in der Grenzfläche zwischen der ersten und zweiten Schicht = 70, diejenige in der Grenzfläche zwischen der zweiten und dritten Schicht = 49 usf. In Fig. 14 ist der Verlauf der Strahlenintensität in der Platte in Abhängigkeit der Entfernung von der Plattenoberfläche für den vom obigen geringfügig abweichenden Fall dargestellt, daß eine Schicht von 1 mm Dicke des angenommenen Stoffes 29,3% der eintretenden Intensität absorbiert, so daß die aus einer 2 mm dicken Schicht heraustretende Intensität genau = 50% der Intensität I_0 der eindringenden Strahlen beträgt. Dann ist die von der 4 mm dicken Platte hindurchgelassene Intensität = (50% von 50) = 25% von I_0, die aus einer 6 mm dicken Platte vom gleichen Stoff heraustretende Intensität = (50% von 25) = 12,5% von I_0 usf.

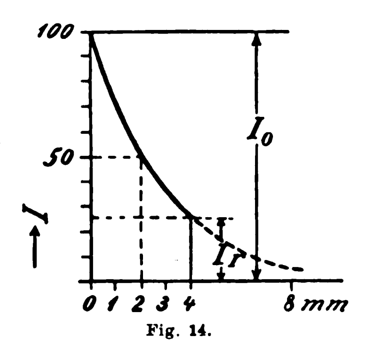


Fig. 14.

Wir führen nun nach dem Vorschlage von Christen zur Charakterisierung des Absorptionsvermögens eines Stoffes für eine homogene Strahlung bestimmter Qualität den Begriff der Halbwertschicht ein. Unter der Halbwertschicht eines Stoffes für eine Strahlenart verstehen wir die Dicke derjenigen Schicht aus dem betreffenden Stoff, die genau 50% der in sie eindringenden Strahlenenergie absorbiert und demzufolge genau 50% der Energie hindurchläßt.

Die Halbwertschicht der im obigen behandelten Substanz für die angenommene Strahlenart ist also = 2 mm.

Lassen wir nunmehr die gleiche Strahlung auf einen Stoff, der ein geringeres Absorptionsvermögen für die angenommene Strahlung besitzt, einwirken, so werden die Beträge der von den einzelnen Schichten absorbierten Energiemengen kleiner geraten als früher, man wird also eine dickere Schicht aus der Substanz wählen müssen, um 50% der eindringenden Strahlenenergie vom Stoff aufzehren zu lassen, d. h. die Halbwertschicht dieser zweiten Substanz für die gleiche Strahlenart wird größer als 2 mm sein. Nehmen wir beispielsweise an, daß

eine 1 mm dicke Schicht der Substanz 16,9% der in sie eindringenden Strahlenenergie absorbiert, so resultiert, daß man eine Platte von 4 mm Dicke wählen muß, um genau 50% der in sie eindringenden Strahlenenergie zur Absorption zu bringen. Dann ist die Halbwertschicht dieser Substanz für die angenommene Strahlung = 4 mm. Fig. 15 zeigt den Verlauf der Strahlenintensität im Innern dieser Substanz.

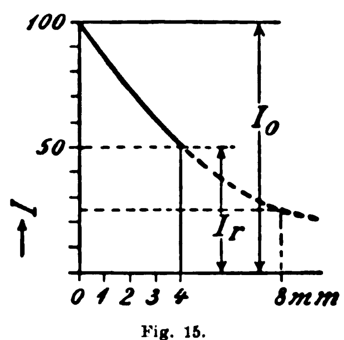


Fig. 15.

Würden wir den dem ersten Beispiele zugrunde liegenden Stoff beibehalten und eine andere Strahlenart, und zwar eine solche angenommen haben, für welche die betreffende Substanz ein geringeres Absorptionsvermögen besitzt, so würde sich auch in diesem Falle ein langsamerer Abfall der Strahlenintensität im Innern des Körpers und demzufolge eine größere Halbwertschicht ergeben haben.

Einer und derselben Strahlengattung entsprechen also in verschiedenen Substanzen verschieden große Halbwertschichten, wie auch die Halbwertschicht eines Stoffes für verschiedene Strahlenarten verschieden ist. Die Halbwertschicht ist um so größer, je kleiner das Absorptionsvermögen des Stoffes für die betrachtete Strahlenart ist, d. h. je größer das Atomgewicht und die Dichte des Stoffes sind, und je „härter" die Strahlung für den betreffenden Stoff erscheint.

Um nicht eine falsche Auffassung über den Sinn dieses letzten Satzes aufkommen zu lassen, muß besonders betont werden, daß hier eine „für den betreffenden Stoff härtere" Röntgenstrahlung und nicht eine absolut „härtere" Strahlung gemeint ist.

Mit dem Begriff „Strahlenhärte", wenn man ihn im landläufigen Sinne gebraucht, verknüpft man gewöhnlich die Vorstellung, daß eine harte „Strahlung" alle Stoffe leichter zu durchdringen vermag als eine „weiche". Das ist jedoch durchaus nicht der Fall. Greifen wir z. B. zwei Gattungen von Strahlen heraus, von denen angenommen sei, daß die eine z. B. Wasser, Papier, Kohlenstoff und Aluminium viel leichter durchdringt, als die andere. Dann ist es möglich, daß Kupfer, Nickel, Eisen und Zink von der ersten Strahlenart schwerer durchdrungen werden als von der zweiten. Während also die erste Strahlenart für Wasser, Papier, Kohlenstoff und Aluminium die härtere von beiden ist, erscheint sie in betreff der genannten vier Metalle als die weichere von beiden. Demnach werden die Halbwertschichten von Kupfer, Eisen, Nickel und Zink für die erste Strahlenart kleiner sein als diejenigen für die zweite, trotzdem man die erste infolge ihres Verhaltens gegenüber Aluminium für die härtere von beiden deklariert.

Wollen wir ein eindeutiges Maß für die Härte der Strahlen gewinnen, so müssen wir auf diejenigen Faktoren zurückgreifen, die für die Entstehung der verschiedenen Röntgenstrahlenarten maßgebend sind. Bekanntlich stellen die Röntgenstrahlen eine den Wärmestrahlen, Lichtstrahlen und ultravioletten Strahlen gleichartige elektromagnetische Erscheinung dar, die dadurch ausgelöst wird, daß die von der Kathode her durch den Hohlraum der Röhre fliegenden Elektronen auf die Antikathode prallen und hierbei ihre nach mehreren Zehntausenden oder sogar ein bis zwei Hunderttausenden von Kilometern pró Sekunde zählende Geschwindigkeit plötzlich abgebremst wird. Das momentane Einhalten der Bewegung eines Elektrons hat die Entstehung einer sich von der Auftreffstelle nach allen Richtungen des Raumes hin fortpflanzenden Erschütterung im Weltenraume, einen „Impuls", zur Folge. Eine lange Reihe solcher zeitlich dicht aufeinander folgender Impulse ist das, was wir als Röntgenstrahlen kennzeichnen und wahrnehmen.

Wie die Theorie lehrt und die Erfahrung bestätigt, erfolgt das Abbremsen der in die Antikathode eindringenden Elektronen auf einer um so kürzeren Wegstrecke und innerhalb einer um so kürzeren Zeit, je größer ihre Ankunftsgeschwindigkeit ist. Mit wachsender Kathodenstrahlengeschwindigkeit nimmt also die Dauer der Impulse ab, es verringert sich die

sogenannte Impulsbreite. Demnach stellen die von schnelleren Kathodenstrahlen erregten „harten“ Röntgenstrahlen Serien kurzzeitiger Impulse und die von langsamen Kathodenstrahlen ausgelösten „weichen“ Röntgenstrahlen Reihen von Impulsen großer Impulsbreite dar. „Harte“ und „weiche“ Röntgenstrahlen unterscheiden sich also voneinander in der gleichen Weise, wie die durch relativ schnell schwingende Elektronen erregten ultravioletten Strahlen von den durch (bis zu 60 mal) langsamer schwingende Elektronen hervorgerufenen Wärmestrahlen verschieden sind, oder wie sich kurzwelliges, z. B. violettes Licht (das durch sekundlich tausend Billionen mal hin und her schwingende Elektronen wachgerufen wird) von langwelligem, z. B. rotem Licht, (dem eine ungefähr $2^1/_2$ mal kleinere Schwingungszahl der es erregenden Elektronen entspricht) unterscheidet.

Die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen an der Antikathode anlangen, ist um so größer, je größer die sie antreibende elektrische Kraft und je länger die Wegstrecke ist, längs welcher sie unter der Einwirkung der elektrischen Kraft stehen, d. d. je höher die der Röhre aufgedrückte Spannung ist. Denn diese ist nichts anderes, als das Produkt aus der im Raum zwischen der Antikathode und der Kathode wirksamen elektrischen Kraft und der Wegstrecke.

Die Qualität der Röntgenstrahlen ist also eindeutig definiert durch die sogenannte Impulsbreite oder durch die Länge der Bremszeit der Elektronen. Da nun diese unter Voraussetzung eines bestimmten Antikathodenmaterials von der Endgeschwindigkeit der auf der Antikathode aufprallenden Elektronen, und die Elektronengeschwindigkeit wieder von der der Röhre aufgedrückten Spannung abhängig ist, so ist die Qualität der Röntgenstrahlen unter Annahme eines bestimmten Antikathodenmaterials sowohl durch die Geschwindigkeit der auf der Antikathode aufprallenden Elektronen als auch durch die der Röhre aufgedrückte Spannung eindeutig bestimmt. (Selbstverständlich gilt hierbei die Voraussetzung, daß das Vakuum in der Röntgenröhre so hochgradig ist, daß die Elektronen die Wegstrecke zwischen der Kathode und der Antikathode frei, d. h. ohne unterwegs mit Gasatomen zusammenzustoßen, zurücklegen können.) Wir wollen daher im folgenden als Maß der Härte die Geschwindigkeit der auf die Antikathode aufprallenden Elektronen bzw. die Röhrenspannung ansehen. Indem wir eine homogene Röntgenstrahlung ins Auge fassen, müssen wir voraussetzen, daß die der Röhre aufgedrückte Spannung einen unveränderlichen Wert hat, so daß die sämtlichen während der Betriebsdauer aufprallenden Elektronen die gleiche Geschwindigkeit besitzen.

Bekanntlich haben Barkla und Sadler[1]) aus den Ergebnissen jahrelanger experimenteller Arbeiten über Sekundärstrahlung, die Barkla teils allein, teils mit Sadler ausgeführt hat[2]), hergeleitet, daß die von einem von Röntgenstrahlen getroffenen Körper ausgesandte sekundäre Röntgenstrahlung aus zwei Komponenten besteht: einer „zerstreuten“ Strahlung, deren Qualität derjenigen der Primärstrahlung annähernd gleich kommt, und einer für den betreffenden Stoff charakteristischen homogenen Strahlung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie nur von einer solchen Primärstrahlung erregt werden kann, die härter oder mindestens ebenso hart wie sie selbst ist. Da die Härte dieser Strahlung stets die gleiche bleibt, wie hart auch die sie wachrufende Primärstrahlung sein mag, und für jeden Stoff eine ganz bestimmte ist, wird sie von Barkla und Sadler wegen ihrer Analogie mit dem Fluoreszenzlicht auch Fluoreszenz-Röntgenstrahlung genannt. Barkla und Sadler haben des weiteren gefunden, daß die Sekundärstrahlung von Stoffen, deren Atomgewicht kleiner als dasjenige von Schwefel ist, lediglich „zerstreute“ Strahlung ist, und daß in solchen Stoffen eine Fluoreszenz-Röntgenstrahlung in nur ganz geringen Quantitäten entsteht, die dann so weich ist, daß sie durch eine Luftschicht von wenigen Zentimetern ganz verschluckt wird. Hingegen tritt die zerstreute Strahlung in

[1]) C. G. Barkla und C. A. Sadler, Phil. Mag. 16, S. 550—584, 1908.

[2]) Eine Zusammenstellung der bis 1908 ausgeführten Arbeiten befindet sich im Jahrb. der Rad. und Elektr., V. Bd., S. 246—324, 1908.

Stoffen mit größerem Atomgewicht gegenüber der Fluoreszenz-Röntgenstrahlung in den Hintergrund, und zwar um so mehr, je größer das Atomgewicht des Sekundärstrahlensenders ist. Mit wachsendem Atomgewicht steigt aber nicht nur die Intensität der Fluoreszenz-Röntgenstrahlung, sondern auch ihr Härtegrad an.

Barkla und Sadler haben weiter festgestellt, daß bestimmte Stoffe, wie z. B. Silber, Antimon, Jod und Baryum, zwei Arten charakteristischer Röntgenstrahlung aussenden. Sie haben deshalb die Vermutung ausgesprochen, daß alle Stoffe zwei Fluoreszenz-Röntgenstrahlungen auszusenden imstande sind, und daß die bisher beobachtete charakteristische Strahlung aller Stoffe, deren Atomgewicht kleiner als dasjenige von Silber ist, die härtere von beiden Arten charakteristischer Strahlen ist, während die bisher bekannt gewordenen Fluoreszenzstrahlungen der Stoffe großen Atomgewichts, wie z. B. Platin, Gold, Blei, die weichere der beiden Gattungen darstellt.

Barkla und Sadler haben durch umfangreiche Untersuchungen das Absorptionsvermögen einer Reihe von Stoffen, und zwar von C, Mg, Al, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, Sn, Pt und Au für die Fluoreszenz-Strahlung ermittelt, welche von Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se und Ag ausgesandt wird. Sie haben hierbei das interessante Resultat gefunden, daß die untersuchten Stoffe eine besonders starke selektive Absorption für solche Röntgenstrahlen besitzen, die härter als jene sind, die sie selbst als Fluoreszenz-Röntgenstrahlung aussenden. Faßt man beispielsweise Eisen ins Auge und untersucht sein Absorptionsvermögen für Strahlen zunehmender Härte, so ergibt sich, daß dieses mit zunehmendem Härtegrade abnimmt, um dann bei einer Strahlung, die etwas härter als die von ihm ausgesandte charakteristische Röntgenstrahlung ist, rapide anzuwachsen, worauf sich das Absorptionsvermögen mit weiter ansteigendem Härtegrad wieder allmählich verringert.

Ein weiteres sehr interessantes Gesetz hat Whiddington[1]) aus seinen Versuchen über die charakteristischen Sekundärstrahlen von Al, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn und Se hergeleitet, wonach die Minimalgeschwindigkeit $v_{min.}$ der Elektronen, die auf eine Aluminiumantikathode aufprallen müssen, um eine Röntgenstrahlung zu erzeugen, die in einem Stoff vom Atomgewicht w die charakteristische Sekundärstrahlung auszulösen imstande ist, gegeben ist durch:

$$10)\qquad v_{min.} = w \,.\, 10^8\,\text{cm}\,.\,\text{pro Sek.} = w \,.\, 1000\,\text{km pro Sek.}$$

Da nun die charakteristische Röntgenstrahlung in einem Stoff nur durch eine Primärstrahlung ausgelöst werden kann, die mindestens ebenso hart wie die charakteristische Sekundärstrahlung ist, so stellt der Wert $v_{min.}$ diejenige Kathodenstrahlengeschwindigkeit dar, die in einer Röntgenröhre mit Aluminiumantikathode hervorgerufen werden müßte, um von dieser Röntgenstrahlen derselben Gattung ausgesandt zu erhalten, wie sie von einem Stoffe des Atomgewichtes w als Fluoreszenz-Röntgenstrahlung erhalten wird.

In Fig. 16 sind die Ergebnisse der obengenannten Absorptionsversuche von Barkla und Sadler unter Benutzung des Whiddingtonschen Gesetzes dargestellt. Als Abszissen sind diejenigen Geschwindigkeiten v gewählt, welche die auf eine Aluminiumantikathode aufprallenden Elektronen haben müßten, damit sie diejenigen Röntgenstrahlenarten erzeugen, mit denen Barkla und Sadler ihre Untersuchungen angestellt haben. Die Ordinaten bedeuten die Produkte aus den Halbwertschichten a der untersuchten Metalle und aus ihrer Dichte ϱ. (Die Halbwertschichten von Al erhält man aus der Al-Kurve durch Division der Ordinatenwerte durch 2,7; denn die Dichte ϱ von Al ist = 2,7. Ähnlich ergeben sich die Werte von a_{Ag} durch Division der Ordinaten der Ag-Kurve durch 10,5.) Wie aus dem Verlauf dieser Kurven ersichtlich ist, nimmt die Halbwertschicht von Al wie auch diejenige von Ag mit zunehmender Kathodenstrahlengeschwindigkeit, also mit zunehmender Härte der Röntgenstrahlen stetig zu, mit anderen Worten: Das Absorptionsvermögen dieser beiden Metalle nimmt mit zunehmender Härte der Röntgenstrahlen stetig ab. Nicht so ist der Verlauf der Halbwertschichtkurven für

[1]) R. Whiddington, Proc. Roy. Soc. London, 85, S. 323—332, 1911.



Fe, Ni, Cu und Zn. Jede dieser vier Kurven zeigt einen Sprung, und zwar bei denjenigen Werten der Kathodenstrahlengeschwindigkeit, die aus der Whiddingtonschen Gleichung resultiert, wenn man in diese das Atomgewicht von Fe, Ni, Cu bzw. Zn einsetzt. Es sind dies die Kathodenstrahlengeschwindigkeiten $55 \cdot 10^8$, $61 \cdot 10^8$, $63{,}5 \cdot 10^8$ bzw. $65 \cdot 10^8$ cm. Dies sind aber die Geschwindigkeiten solcher Kathodenstrahlen, die, auf eine Aluminiumantikathode aufprallend, eine mit der Fluoreszenzstrahlung dieser Metalle gleichartige homogene Strahlung erzeugen würden. Wie aus den Kurven weiter hervorgeht, ist die Änderung der Halbwertschicht mit der Strahlenhärte bis zu dem genannten Sprung und ebenso auch nach dem Sprung eine ähnliche wie beim Aluminium und beim Silber.

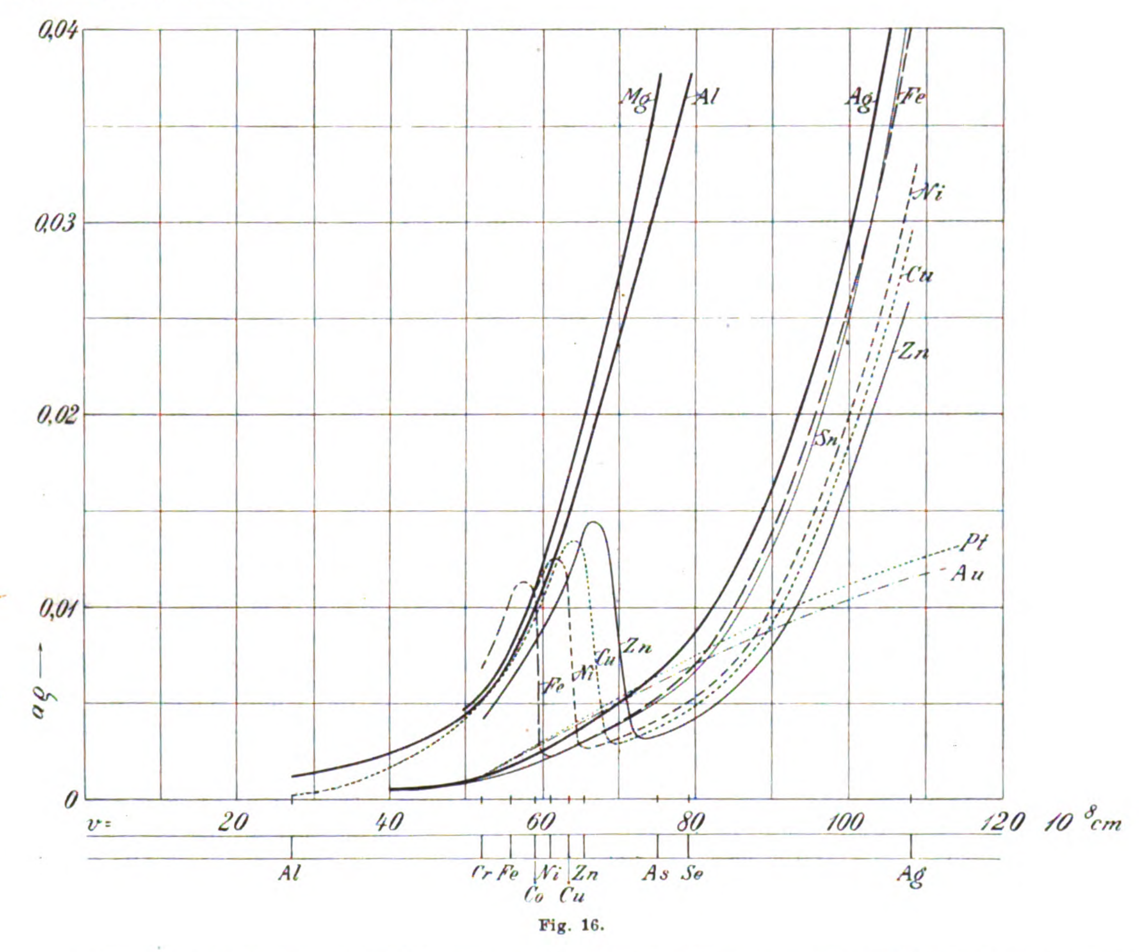


Fig. 16.

Eisen, Nickel, Kupfer und Zink weisen also innerhalb eines gewissen Spektralgebietes eine ausnehmend starke selektive Absorption auf, während eine solche beim Al und Ag innerhalb des betrachteten Spektralgebietes nicht konstatiert werden kann. Hieraus folgt, daß man die Halbwertschicht von Al und von Ag innerhalb des betrachteten Spektralgebietes als eindeutiges Maß für die Strahlenqualität benutzen kann, daß man hingegen die Halbwertschichten von Fe, Ni, Cu und Zn als Maß der Strahlenhärte nicht heranziehen darf, weil ein und derselbe Wert der Halbwertschicht dieser Metalle drei ganz verschiedenen Arten von Strahlen entsprechen kann.

Es ist nach obigem anzunehmen, daß es auch für Al und für Ag Spektralgebiete selektivstarker Absorption gibt. Da die Fluoreszenzstrahlung von Al außerordentlich weich ist und Ag eine noch weichere und außerdem eine harte Fluoreszenzstrahlung auszusenden imstande ist, so muß angenommen werden, daß das Absorptionsvermögen des Al im Bereiche sehr geringer Kathodenstrahlengeschwindigkeiten eine sprunghafte Änderung erfährt, und daß für Ag zwei

solche Unstetigkeitsstellen existieren, von denen die eine im Bereiche sehr kleiner, die andere im Gebiete sehr großer Kathodenstrahlengeschwindigkeiten zu suchen ist. In der Tat ist eine Unstetigkeit in der Ag-Kurve bei $v = 120.10^8$ festgestellt worden.

Da Stoffe, deren Atomgewicht kleiner als 27 ist, eine sehr weiche Fluoreszenz-Sekundärstrahlung aufweisen, die weicher als diejenige von Al ist, so muß der Verlauf der Halbwertschichtskurven solcher Stoffe in dem betrachteten Spektralgebiet ähnlich stetig sein wie derjenige der Al-Kurve. Nun geht aus den Barkla und Sadlerschen Versuchen hervor, daß die Halbwertschichten irgend eines Stoffes A denjenigen eines anderen Stoffes B (beispielsweise Al) in dem betrachteten Spektralgebiete, mit Ausschluß derjenigen Gebietsteile, innerhalb derer entweder A oder B selektiv stark absorbieren, proportional sind. So sind die Halbwertschichten der leichten Stoffe, deren Atomgewichte kleiner als 27 sind, innerhalb des ganzen Spektralgebietes von 27.10^8 bis zu 110.10^8 cm und sogar darüber hinaus nicht nur nach ähnlichen Gesetzen veränderlich, sondern sogar einander proportional. Sollte die Vermutung von Barkla und Sadler zutreffen, daß diese Stoffe noch eine zweite charakteristische Sekundärstrahlung, nämlich eine härtere Fluoreszenzstrahlung auszusenden imstande sind, so müßte diese ausnehmend hart, und zwar härter als die härteste Strahlenart sein, deren Herstellung bisher gelungen ist. Also müssen die Halbwertschichtkurven solcher Stoffe innerhalb des ganzen heutigentags benutzten Spektralgebietes einen stetigen und gleichartigen Verlauf zeigen.

Man kann also mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß die Halbwertschicht irgendeines Stoffes, der sich aus Atomen zusammensetzt, deren Atomgewichte kleiner als 27 sind, als ein eindeutiges Maß der Strahlenhärte angesehen werden kann. Ein solcher Stoff ist beispielsweise Wasser. Auch die Weichteile des menschlichen Körpers können als ein Stoff annähernd der gleichen Eigenschaften gelten, da darin nur wenig Beimengungen von Stoffen größeren Atomgewichtes enthalten sind. Es kann also gegen den Vorschlag Christens, die Halbwertschicht des Wassers als Maß der Strahlenhärte zu betrachten, vom Standpunkte der Theorie nichts eingewandt werden.

Wir wollen im folgenden nach dem Vorschlage von Christen unter „Halbwertschicht" die Halbwertschicht von Wasser und unter einer beispielsweise „6 mm-Strahlung" eine solche homogene Röntgenstrahlung verstehen, der die Halbwertschicht von 6 mm entspricht.

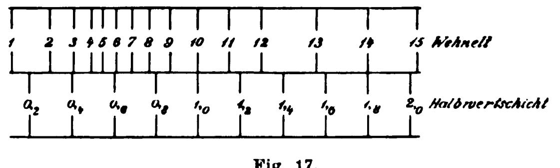


Fig. 17.

Die Umrechnung der in Wehnelteinheiten gemessenen Härte in Halbwertschichten kann an Hand der von Christen angegebenen Figur 17 vorgenommen werden.

Als Maß des Absorptionsvermögens pflegt man in der Physik den Absorptionskoeffizienten zu benutzen. Dieser bedeutet denjenigen Prozentsatz der auf eine Körperschicht auftreffenden Strahlenenergie, der in der Schicht pro Volumeneinheit absorbiert wird.

Fassen wir ein zum Fokus konzentrisches, durch die Kugelflächen vom Radius $R + x$ und $R + x + dx$ und durch einen fokalen Kegel von der Kegelecke ω begrenztes Kugelschalenelement ins Auge. Ist I die Strahlenintensität in irgendeinem Punkte der inneren Kugelfläche vom Radius $R + x$, so ist die in das Kugelschalenelement in der Zeiteinheit eintretende Strahlenenergie $E_1 = \omega (R + x)^2 I$; die in der gleichen Zeit aus dem Kugelschalenelement austretende Energie $E_2 = \omega (R + x + dx)^2 (I + \frac{dI}{dx} dx)$; die in diesem Volumenelement sekundlich absorbierte Energie E_a ist $= \alpha I \times$ Volumen des Kugelschalenelementes $= \alpha I \omega (R + x)^2 dx$, wenn α den Absorptionskoeffizienten bedeutet. Da $E_1 = E_2 + E_a$ sein muß, gilt:

$$\omega (R + x)^2 I = \omega (R + x + dx)^2 (I + \frac{dI}{dx} dx) + \alpha I \omega (R + x)^2 dx,$$

woraus:

$$\frac{dI}{dx} = - I \left[\alpha + \frac{2}{R + x}\right]. \tag{11}$$

Die Integration dieser Differentialgleichung führt zum Ergebnis:

$$I = I_0 \left(\frac{R}{R+x}\right)^2 \cdot e^{-\alpha x}, \tag{12}$$

wenn I_0 die Strahlenintensität in der Körperoberfläche, d. h. diejenige im Fokalabstand R bedeutet.

Ist R unendlich groß, so ist

$$I = I_0 e^{-\alpha x}. \tag{13}$$

Gemäß der Definition der Halbwertschicht a absorbiert ein Kugelschalenelement von der Dicke a die Hälfte der aufprallenden Energie, also muß

$$\text{für } x = a \ldots I_a = I_0 \left(\frac{R}{R+a}\right)^2 e^{-\alpha a} = \frac{I_0}{2}$$

sein, woraus sich ergibt:

$$\alpha a = \ln\left[2\left(\frac{R}{R+a}\right)^2\right]. \tag{14}$$

Wie aus dieser Gleichung ersichtlich ist, resultieren für die Halbwertschicht ganz verschiedene Werte, je nachdem man R verschieden wählt. Die Halbwertschicht ist nur dann eindeutig bestimmt, wenn $R = \infty$ oder zumindest gegenüber a sehr groß ist. Denn dann ist:

$$\alpha a = \ln 2, \text{ also von R unabhängig.}$$

Gilt die schon den früheren Betrachtungen zugrunde liegende Annahme, daß wir die Absorption der Röntgenstrahlen nur bei sehr großen Fokalabständen studieren, so daß man die auf die absorbierende Substanz aufprallenden Röntgenstrahlen als zueinander parallel verlaufend ansehen kann, so besteht zwischen dem Absorptionskoeffizienten und der Halbwertschicht a die folgende einfache Beziehung:

$$\alpha a = 0{,}693,$$

$$a = \frac{0{,}693}{\alpha}. \tag{15}$$

Befindet sich der bestrahlte Körper in einem relativ geringen Fokalabstand, so resultieren für die Halbwertschicht kleinere Werte, und zwar um so kleinere, je kleiner der Fokalabstand ist.

So z. B. ist die Halbwertschicht von Wasser für eine Strahlung von 7 Wehnelt-Einheiten Härte nach Christen = 0,7 cm. Gilt dieser Wert für einen unendlich großen Fokalabstand R, so ergibt sich:

für R = 50 cm . . . a = 0,673 cm
30 „ . . . 0,653 „
20 „ . . . 0,630 „

Erhält man für die Halbwertschicht eines Körpers auf dem Wege einer in sehr großem Fokalabstand, beispielsweise bei einem solchen von 2 m, vorgenommenen Messung den Wert 0,70, so gewinnt man demnach für die Halbwertschicht desselben Körpers, wenn man die Messung in 20 cm Abstand anstellt, einen um 10% geringeren Wert. Der Körper scheint also in geringem Fokalabstand stärker zu absorbieren.

Die Halbwertschicht einer Substanz für irgendeine Strahlenart ist also (unter Voraussetzung einer von einem Punkte ausgehenden Strahlung) keine physikalische Konstante, wie es der Absorptionskoeffizient ist. Sie ist nur dann eindeutig bestimmt und kann auch nur dann als physikalische Konstante gelten, wenn man diejenige Halbwertschicht in Rechnung setzt, die man auf dem Wege in sehr großen Fokalabständen vorgenommener Absorptionsmessungen erhält. Diese Bedingung muß noch zu der oben gegebenen Christenschen Definition der Halbwertschicht hinzugefügt werden, wenn man den Begriff der Halbwertschicht eindeutig definiert haben will.

Der Begriff der Halbwertschicht hat vor demjenigen des Absorptionskoeffizienten das eine voraus, daß er anschaulicher ist. Aus diesem Grunde wurde er auch in diese Betrachtungen hereingezogen.



5. Oberflächendosis und Tiefendosis.

Wie im vorhergehenden Abschnitt gezeigt worden ist, absorbieren die der Röntgenstrahlenquelle zugekehrten Schichten eines bestrahlten Körpers größere spezifische Röntgenstrahlenenergiemengen als die tiefer liegenden Schichten, was daran liegt, daß die Oberflächenschicht eine durch Absorption noch nicht geschwächte Strahlung empfängt, während die tiefer liegenden Schichten nur denjenigen Rest der Strahlenenergie entgegennehmen, der von den sie bedeckenden Schichten hindurchgelassen wird. Hierbei galt als Voraussetzung, daß der bestrahlte Körper von der Strahlenquelle so weit entfernt ist, daß seine Dicke gegenüber dem mittleren Fokalabstand keine Rolle spielt, und daß man demzufolge von derjenigen Differenz der Strahlenintensität in der Vorderseite und in der Rückseite des Körpers, die sich aus dem Intensitätsverteilungsgesetz ergibt, absehen kann. Ist nun den bisher getroffenen Annahmen entgegen die Körperdicke im Verhältnis zum mittleren Fokalabstand des Körpers nicht so gering, so wird man auch noch auf die durch den zunehmenden Fokalabstand bedingte Abnahme der Strahlenintensität Rücksicht nehmen und beachten müssen, daß die von einer tiefliegenden Schicht absorbierte spezifische Strahlenenergiemenge auch noch aus diesem zweiten Grunde geringer sein muß als die in den gleich dicken Oberflächenschichten absorbierte spezifische Strahlenenergiemenge. Dies heißt mit anderen Worten, daß die Röntgendosis in der Oberflächenschicht aus zwei Gründen größer ist als die in einer tiefer liegenden Schicht aufgefangene Röntgendosis.

Wir wollen im folgenden zwei Arten von Röntgendosen unterscheiden: die Oberflächendosis und die Tiefendosis. Unter den ersteren verstehen wir diejenige Strahlenenergiemenge, die in einer unendlich dünnen Oberflächenschicht des bestrahlten Körpers während der Bestrahlungsdauer pro cm³ verschluckt wird, während wir mit Tiefendosis die während derselben Zeit in einer bestimmten Tiefe pro cm³ absorbierte Strahlenenergiemenge bezeichnen.

Setzen wir eine zentrale Quelle homogener Röntgenstrahlung voraus, und fassen wir einen Körper ins Auge (Fig. 18), dessen Dicke gleich der Halbwertschicht a der Körpersubstanz für die vorhandene Strahlenart gewählt sei. Nehmen wir auch wieder an, daß a gegenüber dem Fokalabstand R der Körperoberfläche so gering ist, daß man von der durch die zentrale Ausbreitung der Strahlenenergie bedingten Abnahme der Strahlenintensität längs der Strecke a absehen kann. Die Strahlenenergie, welche ein Oberflächenstück von 1 cm² Flächeninhalt während der ganzen Bestrahlungsdauer T empfängt, d. h. die Flächenenergie der Oberfläche sei F_o. Dann ist $F_o = I_o T \cos\varphi$, wenn I_o die Intensität der Röntgenstrahlung in der Körperoberfläche und φ den Neigungswinkel der Fläche gegen die zu den Röntgenstrahlen senkrechte Ebene bedeutet. Ist weiterhin I_a die durch Absorption verminderte Strahlenintensität in der Tiefe a, so ist $I_a = \frac{I_o}{2}$ und die Flächenenergie in der Tiefe a:

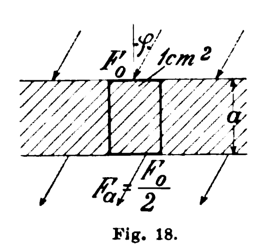


Fig. 18.

$$F_a = I_a T \cos\varphi = \frac{I_o}{2} T \cos\varphi = \frac{F_o}{2}.$$

Daher ist die Strahlenenergie E, die von dem Prisma vom Flächeninhalt 1 cm² und der Höhe a während der Zeit T im ganzen absorbiert wird, gleich der Differenz der in das Prisma eintretenden und der von ihr hindurchgelassenen Energie $= F_o - F_a = \frac{F_o}{2}$. Würden alle Teile der Körperschicht von der Dicke a dieselbe spezifische Strahlenenergie absorbieren, d. h. wäre die Röntgendosis an allen Stellen dieser Schicht konstant, so würde sie gegeben sein durch:

$$D = \frac{E}{V} = \frac{F_o}{2V},$$

wobei V das Volumen des Prismas vom Flächeninhalt 1 und der Höhe a bedeutet. Dieses ist jedoch:

$$V = 1 \cdot a,$$

so daß

16) $$D = \frac{F_o}{2a} = 0,5 \frac{F_o}{a}$$

resultiert. (Dies ist nichts anderes als die mittlere Röntgendosis, die sich in dem betrachteten Körperstück in Wirklichkeit ergibt.)

Nun aber ist diese Oberflächendosis D_o größer als D, und D ist wieder größer als die Tiefendosis D_a in der Tiefe a. Verfolgt man den Abfall der Strahlenintensität im Innern des Körpers (vgl. Fig. 14 und 15), so ergibt sich die Kurve Fig. 19, die im Anfang steil und späterhin immer weniger steil verläuft. Vergleicht man die Änderung der Intensität gemäß dieser Kurve mit dem geradlinigen Abfall der Intensität vom Werte I_o auf $I_a = \frac{I_o}{2}$, der sich dann ergeben würde, wenn alle Schichten des Körpers die gleiche Absorption aufweisen würden, so findet man, daß die Kurve anfänglich ein 1,4 fach größeres Gefälle hat als die Gerade, und daß am Ende der Kurve das Gefälle ungefähr 1,4 mal kleiner ist als das überall gleichmäßige Gefälle der Geraden. Das heißt, daß die Abnahme der Intensität an der Oberfläche 1,4 mal schneller erfolgt als im Mittel, oder daß die oberste Schicht 1,4 mal mehr und ähnlich eine in der Tiefe a liegende Schicht 1,4 mal weniger Energie absorbiert als im Mittel absorbiert wird. Also muß die Oberflächendosis D_o 1,4 mal größer als die mittlere Dosis D sein, und die Dosis D_a in der Tiefe a unterhalb der Oberfläche 1,4 mal kleiner als D sein.

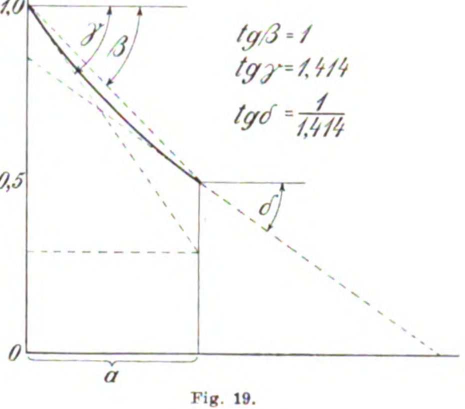


Fig. 19.

Also ist:

17) $$D_o = 1,4 \cdot 0,5 \frac{F_o}{a} = 0,7 \frac{F_o}{a},$$

18) $$D_a = \frac{1}{1,4} 0,5 \frac{F_o}{a} = 0,35 \frac{F_o}{a} = \frac{D_o}{2}.$$

Dies gilt allgemein für jeden Wert von a. Nimmt man z. B. eine „härtere" Strahlengattung an, für welche die Halbwertschicht der Substanz doppelt so groß ist, so werden die einzelnen Schichten im Mittel halb so viel Energie absorbieren. Das Verhältnis, in welchem die oberste Schicht mehr absorbiert, als im Mittel absorbiert wird, bleibt jedoch immer dasselbe, nämlich 1,4 : 1.

Der obige Ausdruck der Oberflächendosis läßt es uns klar vor Augen treten, daß sie durch die von der Körperoberfläche während der Bestrahlungsdauer entgegengenommene Flächenenergie noch nicht eindeutig bestimmt ist, sondern daß sie von zwei Größen, nämlich von der Flächenenergie und der Halbwertschicht abhängig ist. Da nun die Oberflächendosis der Flächenenergie F_o direkt und der Halbwertschicht umgekehrt proportional ist, so ist sie um so größer, je größer die vom Körper empfangene Strahlenenergie und je geringer die Halbwertschicht der Körpersubstanz für die aufgefangene Strahlenart, d. h. je größer das Absorptionsvermögen der Substanz ist.

Sind verschiedene Stoffe der Strahlung einer und derselben Strahlenquelle im gleichen Fokalabstand und während der gleichen Zeit ausgesetzt, so werden die einzelnen Substanzen trotz Gleichheit der empfangenen Flächenenergie verschieden große Oberflächendosen aufnehmen, und zwar wird diejenige Substanz, die das stärkste Absorptionsvermögen für die betreffende Strahlenart aufweist und sich dementsprechend durch die kleinste Halbwertschicht auszeichnet, die größte Oberflächendosis empfangen. So z. B. werden die Oberflächendosen, die eine bestrahlte Hautfläche und ein auf sie aufgelegter Kienböckstreifen während der Bestrahlungsdauer aufnehmen, stets voneinander verschieden sein, und zwar wird die vom Kienböckstreifen aufgenommene Dosis in allen Fällen die größere von beiden sein.

Wie leicht bewiesen werden kann, gilt die in 17) angegebene Formel für die Oberflächendosis auch dann noch, wenn man die Bedingung eines sehr großen Fokalabstandes fallen läßt und die Oberfläche des bestrahlten Körpers in einen kleinen Fokalabstand versetzt.

Greifen wir auf das im vorigen Abschnitt behandelte Kugelschalenelement zurück. Die von diesem sekundlich absorbierte Strahlenenergie ist:

$$E_a = \alpha I \omega (R+x)^2 dx = \alpha I_0 R^2 e^{-\alpha x} \omega dx,$$

somit ist die pro Volumeneinheit und pro Sekunde absorbierte Energie, d. h. die Dosis für die Zeiteinheit:

$$\frac{E_a}{\omega (R+x)^2 dx} = \alpha \left(\frac{R}{R+x}\right)^2 I_0 e^{-\alpha x}$$

und die in der Bestrahlungszeit T aufgefangene Dosis:

$$D = \alpha \left(\frac{R}{R+x}\right)^2 I_0 e^{-\alpha x} T = \alpha \left(\frac{R}{R+x}\right)^2 F_0 e^{-\alpha x}. \tag{19}$$

Für $x = o$, d. h. die Körperoberfläche resultiert:

$$D_0 = \alpha F_0 = 0{,}7 \frac{F_0}{a}. \tag{20}$$

Also ist die Formel 17) für alle Werte von R streng gültig. Für $R = \infty$ geht aus Gleichung 19) hervor:

$$\underset{R=\infty}{D} = \alpha F_0 e^{-\alpha x}.$$

Nun aber ist für $R = \infty$, wie aus 12) folgt:

$$\left(\frac{dI}{dx}\right)_{R=\infty} = -\alpha I_0 e^{-\alpha x}.$$

Also ist, wenn $R = \infty$ ist:

$$\underset{R=\infty}{D} = -\frac{dI}{dx} T. \tag{21}$$

Dies entspricht auch der Definition der Dosis. Denn $\left(-\frac{dI}{dx}\right)$ ist nichts anderes als die sekundliche Abnahme der Strahlenintensität in Richtung der Strahlen längs der Wegstrecke 1 und ist somit gleich der in einem Prisma von 1 cm² Querschnitt und 1 cm Höhe sekundlich absorbierten Strahlenenergie. Wie wir aus 19) ersehen, gilt die Beziehung 21) für endliche Werte von R nicht. Dies ist auch verständlich, weil wegen der Divergenz der Strahlen eine Abnahme von I mit wachsendem R auch ohne Absorption stattfindet.

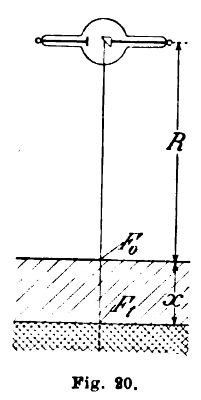


Fig. 20.

Ist die Aufgabe gestellt, die Tiefendosis in der Tiefe x unterhalb der bestrahlten Oberfläche zu ermitteln (Fig. 20), so können wir diese Aufgabe auf die frühere zurückführen, indem wir die in der Tiefe x parallel zur Körperoberfläche verlaufende Fläche als die Oberfläche einer zweiten Körperschicht und die gesuchte Tiefendosis als die Oberflächendosis dieser zweiten Körperschicht auffassen. Ist F_t die Flächenenergie, welche die Oberfläche der zweiten Schicht empfängt, so muß unter der Voraussetzung, daß die tiefer liegenden Schichten des Körpers die gleichen physikalischen Eigenschaften aufweisen wie die oberen, d. h., daß die Halbwertschicht der unteren Schichten ebenfalls a ist, die Tiefendosis durch die der für die Oberflächendosis hergeleiteten Formel analoge Formel:

$$D_t = 0{,}7 \frac{F_t}{a} \tag{22}$$

gegeben sein. D_t läßt sich also aus F_t ebenso berechnen, wie wir D_0 aus F_0 berechnet haben. Es ist also:

$$D_t : D_0 = F_t : F_0.$$

Liegt in der Tiefe x unterhalb der Körperoberfläche eine Gewebesubstanz (Tumor), die von der Substanz der darüber liegenden Körperschichten verschieden ist, so wird die Halbwertschicht a_t der Tumorsubstanz von a im allgemeinen verschieden sein, und es wird die Tiefendosis in der Tiefe x, d. h. die Oberflächendosis jener Gewebesubstanz (des Tumors) $= 0{,}7 \frac{F_t}{a_t}$ sein.

Wir haben im obigen die Berechnung der Dosis unter der Annahme ausgeführt, daß die gesamte absorbierte Strahlenenergie in Energien anderer Art umgewandelt wird. In Wirklichkeit jedoch wird ein Teil der in einem Volumenelement des Körpers absorbierten Energie (Fig. 21) in Fluoreszenzstrahlung f transformiert (vorausgesetzt, daß die Primärstrahlung p penetranter ist als die Fluoreszenzstrahlung des betreffenden Stoffes), die von dem Körperelement nach allen Richtungen des Raumes hin gleichmäßig ausgestrahlt wird. Fernerhin muß auch noch berücksichtigt werden, daß ein Teil der den Körper durchsetzenden Strahlenenergie „zerstreut" wird, ähnlich wie Licht beim Durchtritt durch trübe Medien eine Streuung erfährt. Die räumliche Verteilung der zerstreuten Röntgenstrahlung s ist ungleichförmig. Die Intensität I_z der zerstreuten Strahlung ist am stärksten in Richtung der primären Röntgenstrahlung und am schwächsten in einer Richtung senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der primären Strahlen. Die Verteilung von I_z in einer durch den Primärstrahl gelegten Ebene zeigt Fig. 22[1]).

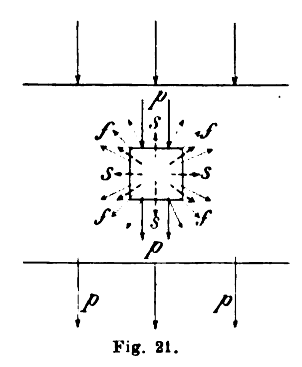


Fig. 21.

Da in leichten Stoffen die Fluoreszenzstrahlung nur in geringfügigem Maße in Erscheinung tritt, so können wir von dieser bei Betrachtung der Vorgänge in den Weichteilen des menschlichen Körpers absehen. Wir haben nur die dafür um so intensivere zerstreute Strahlung ins Auge zu fassen. Wie **Barkla**[2]) gefunden hat, ist die Energie der zerstreuten Strahlung in Substanzen, deren Atomgewicht kleiner als dasjenige von Schwefel ist, von der Härte der Primärstrahlung unabhängig und nur je nach der Art der durchstrahlten Materie verschieden. Wie man aus seinen an leichten Stoffen angestellten Versuchen schließen kann, wird in Wasser und so auch in den Weichteilen des Körpers innerhalb eines Würfels von 1 cm Kantenlänge ungefähr ein Fünftel der durchtretenden primären Strahlenenergie zerstreut.

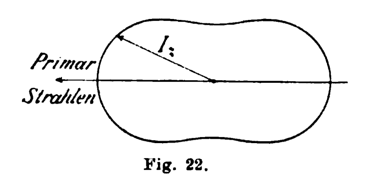


Fig. 22.

Fassen wir zwei aneinander grenzende, in Richtung der primären Strahlung aufeinanderfolgende Schichten des Körpers ins Auge. Von der ersten geht eine zerstreute Strahlung zur zweiten und von dieser wieder eine solche zur ersten über. Da die Intensität der primären Röntgenstrahlung in der ersten Schicht größer ist als in der zweiten, so empfängt diese von der ersten Schicht eine größere Menge zerstreuter Strahlen als die erste Schicht von der zweiten. Wir sehen hieraus, daß die Dosis in den oberen Schichten kleiner und in den tieferen Schichten größer gerät, als wir es bisher angenommen haben. Die Unterschiede gegenüber den berechneten Werten sind nicht allzu groß.

Die Zerstreuung der Strahlen hat noch die Konsequenz, daß auch außerhalb des Strahlenkegels liegende Partien des Körpers Strahlen empfangen.


Fig. 23. Fig. 24.

Unsere bisherigen Betrachtungen sind nur für den ideellen Fall homogener Strahlung gültig. Dieser Fall ist aber in der Praxis so gut wie ausgeschlossen. Im praktischen Betrieb verwendete Röntgenröhren liefern ein Gemisch von Strahlen verschiedenen Penetrationsvermögens.

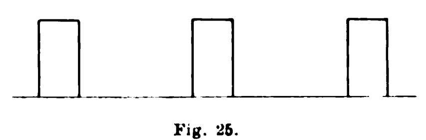
Ein erster Grund für die Komplexität der Strahlung ist darin zu suchen, daß die elektrische Spannung, mit der wir Röntgenröhren betreiben, nicht eine konstante Größe hat,

[1]) C. G. **Barkla** und T. **Ayres**, Phil. Mag. 21, pag. 270, 1911.

[2]) C. G. **Barkla**, Phil. Mag. Mai 1904, pag. 553—565; C. G. **Barkla** und P. A. **Sadler**, Phil. Mag. 17, pag. 739 u. ff., 1909.

sondern infolge der spezifischen Eigenschaften der zum Betriebe von Röntgenröhren verwendeten Instrumentarien während jedes Stromstoßes variabel ist. So z. B. ist die von einem Induktorinstrumentarium gelieferte Spannung vom Charakter der in Fig. 23 dargestellten Kurve, während der zeitliche Verlauf der Röhrenspannung beim Betrieb mit einem Gleichrichter ein solcher nach Fig. 24 ist.

Doch selbst dann, wenn die Röhrenspannung konstant wäre (Fig. 25), müßte eine komplexe Strahlung entstehen, und zwar aus zwei Ursachen heraus. Vor allem ist zu beachten, daß das auf die Antikathode aufprallende Strahlenbündel nicht homogen ist, d. h. daß die negativen Elektronen nicht alle mit der nämlichen Geschwindigkeit auf der Antikathode ankommen. Wir müssen uns vergegenwärtigen, daß außer dem Schwarm von der Kathode nach der Antikathode fliegender negativer Elektronen ein zweiter Schwarm im entgegengesetzten Sinne und relativ (mehrere Tausend Mal) langsamer fliegender positiver Ionen vorhanden ist, und daß manche von diesen unterwegs mit Gasatomen zusammenstoßen, was zur Folge hat, daß sich von diesen negative Elektronen losreißen. Diese losgerissenen negativen Elektronen setzen sich nunmehr in Richtung nach der Antikathode in Bewegung. Da sie nun aber bloß einen Teil des Entladungsweges durchlaufen, also während kürzerer Zeit unter dem Einflusse der elektrischen Kraft stehen als diejenigen Elektronen, die von weiter weg oder gar von der Kathode kommen, so erreichen sie eine kleinere Endgeschwindigkeit als diese. Somit entstehen zu gleicher Zeit Röntgenstrahlen verschiedenen Penetrationsvermögens. Hierzu kommt ferner der Umstand, daß die Antikathode auch noch eine Fluoreszenz-Röntgenstrahlung aussendet, also eine für das Material der Antikathode charakteristische Strahlung, vorausgesetzt, daß die Elektronen mit einer genügend großen, nämlich einer so großen Geschwindigkeit aufprallen, daß die entstehenden Primärstrahlen härter als die Eigenstrahlung des Antikathodenmaterials sind.


Fig. 25.

Um die durch eine komplexe Strahlung aufgenommene Dosis, beispielsweise die Oberflächendosis eines Körpers, aus der Strahlungsintensität und aus dem Penetrationsvermögen der Strahlen ermitteln zu können, müßte man das Spektrum der Strahlung kennen und es müßte bekannt sein, mit welchen Bruchteilen die verschieden penetranten Strahlen an der gesamten Strahlenintensität bzw. Flächenenergie partizipieren.

Nehmen wir an, daß das Gesetz der Intensitätsverteilung in Funktion der Halbwertschicht bekannt wäre (Fig. 26). Man kann sich dann die in Wirklichkeit aus unendlich vielen Strahlenarten bestehende Strahlung aus einer endlichen Zahl, beispielsweise sieben Strahlengattungen von den Halbwertschichten a_1 bis a_7 zusammengesetzt denken. Die Intensitäten dieser sieben Strahlenarten sind I_1, I_2 bis I_7. Ist F die gesamte Flächenenergie und I_m die mittlere Intensität der sieben Strahlengattungen, so würde im Falle, daß alle sieben Strahlenarten an der Gesamtstrahlung zu gleichen Teilen partizipieren, einer jeden die Flächenenergie $\frac{F}{7} = \frac{I_m T}{7}$ entsprechen.

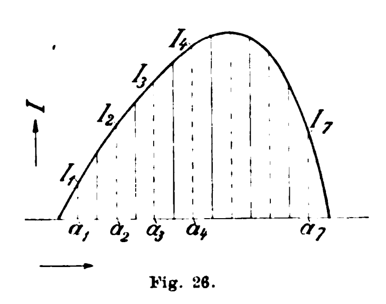


Fig. 26.

Da aber ihre Intensitäten im Verhältnis $I_1 : I_m$, $I_2 : I_m$ usw. von der mittleren Intensität verschieden sind, so ergibt sich:

$$F_1 = \frac{I_1}{I_m} \cdot \frac{F}{7}, \; F_2 = \frac{I_2}{I_m} \cdot \frac{F}{7}, \; \ldots\ldots, \; F_7 = \frac{I_7}{I_m} \cdot \frac{F}{7},$$

oder:

$$F_1 = \frac{I_1}{I_m} \frac{I_m T}{7} = \frac{I_1 T}{7}, \text{ analog } F_2 = \frac{I_2 T}{7}, \; \ldots\ldots, \; F_7 = \frac{I_7 T}{7}.$$

Man kann sich also die Gesamtstrahlung so entstanden denken, als wenn während je einer

Siebentels der gesamten Bestrahlungsdauer je eine der sieben Strahlenarten von der Intensität $I_1, I_2, \ldots, I_7$ ausgesandt worden wäre.

Dann ist die Dosis:

$$D = 0{,}7\left(\frac{F_1}{a_1} + \frac{F_2}{a_2} + \ldots\ldots + \frac{F_7}{a_7}\right) =$$

$$= 0{,}7 \cdot \frac{T}{7}\left(\frac{I_1}{a_1} + \frac{I_2}{a_2} + \ldots + \frac{I_7}{a_7}\right).$$

Allgemein gilt also:

$$D = 0{,}7 \,.\, \Sigma\left(\frac{F}{a}\right). \tag{25}$$

6. Dosimetrische Methoden.

Gilt es, die von einem Körper aufgenommene Oberflächendosis zu ermitteln, so ist es das Nächstliegende, die Oberflächendosis zu messen, die ein Prüfkörper aufnimmt, der unter den nämlichen Bedingungen bestrahlt ist wie der zu kontrollierende Körper, bzw. solche der Messung zugänglichen Veränderungen (Verfärbung, chemische Veränderungen) des Prüfkörpers zu verfolgen, die er unter dem Einflusse der Strahlenenergieaufnahme erlitten hat. Die vom Prüfkörper aufgenommene Dosis bzw. eine in ihm infolge der Bestrahlung eingetretene Veränderung stellt ein relatives (die erste sogar in dem Falle, wenn der Prüfkörper die gleiche Beschaffenheit wie der zu kontrollierende hat, ein absolutes) Maß der gesuchten Dosis dar.

Die von einem Körper aufgenommene Oberflächendosis läßt sich auch auf anderem Wege ermitteln. Wie die Gleichung 17 aussagt, ist die Oberflächendosis bei homogener Strahlung $=$ eine Konstante $\times \frac{\text{Flächenenergie}}{\text{Halbwertschicht}}$, bzw. im Falle einer komplexen Strahlung eine Summe von derlei Brüchen, ist also $=$ eine Konstante $\times\, \Sigma\left(\frac{\text{Flächenenergie}}{\text{Halbwertschicht}}\right)$, wobei diese Summe Σ auf alle Komponenten der komplexen Strahlung zu erstrecken ist. Aus dieser Definition der Oberflächendosis folgt, daß man sie auch auf dem Wege gewinnen kann, daß man die Flächenenergien und die Halbwertschichten der einzelnen Strahlenkomponenten mißt und die Dosis nach obiger Formel berechnet. Mißt man diese Größen in Relativwerten, so gewinnt man die Dosis ebenfalls in einem relativen Maß.

Das letztere Verfahren zur Ermittelung der Dosis stellt im Gegensatz zu der eingangs genannten Art der Dosismessung, die man als direktes Verfahren bezeichnen kann, eine indirekte dosimetrische Methode dar.

Indirekte dosimetrische Methoden.

Ein indirektes Verfahren der Dosis- bzw. Flächenenergiemessung, das viel angewandt worden ist und angewandt wird, besteht darin, daß man die Stärke des durch die Röntgenröhre fließenden Stromes bzw. die ganze während der Bestrahlungsdauer durch die Röhre geflossene Strommenge mißt.

Diese Meßmethode stützt sich auf folgende Annahmen:

1. daß die Intensität des Kathodenstrahlenstromes $=$ der gemessenen Stärke des Röhrenstromes ist,
2. daß die sekundlich erzeugte gesamte Röntgenstrahlenenergie proportional der Intensität des Kathodenstrahlenstromes ist, und
3. daß die Menge der aus der Röhre sekundlich heraustretenden Röntgenstrahlenenergie proportional der Menge der sekundlich erzeugten gesamten Röntgentrahlenenergie ist.

Treffen diese Annahmen zu, so kann des Umstandes wegen, daß die Strahlenintensität in einem in gewissem Fokalabstand angenommenen Punkt der sekundlich aus der Röhre heraustretenden Strahlenenergie proportional ist, gesagt werden, daß die Flächenenergie in einer bestimmten Fläche ($=$ Intensität der Strahlung $\times$ Bestrahlungsdauer) der während der



Bestrahlungsdauer durch die Röhre fließenden Strommenge (Stromstärke × Bestrahlungsdauer) proportional sein muß.

Die erste der drei Annahmen trifft nur unter der Voraussetzung zu, daß die Röhre schließungslichtfrei arbeitet. Denn tritt Gegenstrom durch die Röhre, so ist die Stärke des Kathodenstrahlenstromes um den Betrag der Stärke des Gegenstromes größer als die gemessene durch den Gegenstrom geschwächte Stromstärke. Der ersten Bedingung kann leicht entsprochen werden, indem man Gegenstrom vermeidet.

Die zweite Bedingung würde nur dann eingehalten sein, wenn wir stets nur eine und dieselbe homogene Strahlenart erzeugt erhielten. Dies träfe zu, wenn

a) die Röhrenspannung eine solche gemäß Fig. 25 wäre,
b) wenn die Röhre stets mit derselben Spannung betrieben werden würde, und
c) wenn die Antikathode keine Eigenstrahlung aussenden würde, d. h. aus einem leichten Metall gefertigt wäre.

Im praktischen Betriebe trifft keine dieser Annahmen zu, und wir bekommen eine komplexe Strahlung erzeugt, deren Zusammensetzung sich mit dem zeitlichen Verlauf der Röhrenspannung (also mit der Art des Instrumentariums) und mit der Höhe der mittleren Spannung ändert und auch noch vom Material der Antikathode abhängig ist. Doch wenn man voraussetzt, daß man nur Röhren mit einer bestimmten Art von Antikathoden verwendet und sie stets mit dem gleichen Instrumentarium betreibt, so kann man, selbst bei veränderlicher Spannung, die unter 2. genannte Annahme für annähernd zutreffend gelten lassen.

Am wenigsten können wir der dritten Bedingung entsprechen. Die prozentuelle Menge der im Glas absorbierten Röntgenstrahlenenergie ist einerseits von der Zusammensetzung und vom mittleren Härtegrade der Strahlung, andererseits von der Glasdicke abhängig, wobei zu beachten ist, daß die im Glase absorbierte Strahlenenergie von der gleichen Größenordnung wie die hindurchgelassene Energie, ja oft sogar größer als diese ist. Weiterhin ist die Zusammensetzung der Strahlung vom zeitlichen Verlauf der Röhrenspannung und dem Material der Antikathode abhängig; die mittlere Härte ist mit der Höhe der Spannung veränderlich, und die Glasdicke ist je nach der Röhrengröße verschieden. Läßt man also auch die Form der Spannungskurve konstant und operiert man auch nur mit Röhren genau gleicher Glasdicke und gleichen Antikathodenmaterials, so muß man die unter 3. genannte Proportionalität immer noch in Abrede stellen.

Die auf Messung des Röhrenstromes beruhende Dosierungsmethode kann also nicht als allgemein brauchbar angesehen werden, weil sie von einer großen Zahl von Faktoren, zum Teil in sehr erheblichem Maße, beeinflußt wird. Man kann jedoch von ihr unter der Annahme vollkommen schließungslichtfreien Induktorbetriebes und bei Verwendung von Röhren mit Platinantikathode mit Vorteil Gebrauch machen, wenn man sich der von Walter berechneten Tabellen bedient, denen die Anzahl der zwecks Erreichung der Erythemdosis aufzuwendenden Milliampèreminuten für Platinröhren verschiedener Glasdicke und verschiedener Härte für eine Reihe verschiedener Fokushautabstände entnommen werden kann. Als Voraussetzung bei Anwendung dieses Dosierungsverfahrens gilt noch, daß man die Stromstärke mit einem Drehspulengerät der Deprez-d'Arsonvaltype mißt. (Elektromagnetische Strommesser, Hitzdrahtmeßgeräte oder dynamometrische Strommesser können zu diesem Zweck nicht verwendet werden.)

Die Werte in den Walterschen Tabellen gelten im Sinne des Obigen nicht mehr, wenn man auf Wolframröhren oder den Betrieb mit einem Gleichrichteapparat übergeht.

Will man die Dosis unter einem Filter messen, was in der Tiefentherapie gang und gäbe ist, so versagt die Methode ganz und gar.

Eine zweite indirekte Dosierungsmethode ist das von Köhler vorgeschlagene Verfahren, das in der Messung der Temperatur der Röhrenwandung besteht und auf dem Gedanken aufgebaut ist, daß die von den sekundären Kathodenstrahlen in der Glaswandung der Röhre abgegebene Wärmeenergie der Gesamtmenge erzeugter Röntgenstrahlenenergie und der aus der

Röhre heraustretenden Röntgenstrahlenenergie proportional sein müsse. Gegen dieses Verfahren sind die gleichen Einwände zu erheben, die wir der erstgenannten Methode entgegengehalten haben. Man muß unter anderem auch noch aus dem Grunde Bedenken an der Brauchbarkeit dieser Methode tragen, weil die Energie der sekundären Kathodenstrahlen mit dem Vakuum, der Kurve der Röhrenspannung und deren Höhe in weiten Grenzen veränderlich ist.

Direkte Dosierungsmethoden.

Die von Röntgenstrahlen hervorgebrachten Wirkungen, die man in den Dienst der Dosimetrie zu stellen versucht hat, lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

1. die elektrische Aufladung metallischer Körper,
2. die thermische Wirkung,
3. chemische Wirkungen, Verfärbung von Stoffen,
4. Ionisierung von Gasen,
5. die Widerstandsänderung von Selen.

Die an erster und letzter Stelle genannten Wirkungen praktisch zu verwenden, ist bisher noch nicht in befriedigender Weise gelungen. Dosimetrische Methoden, die auf der Messung der thermischen Wirkung der Röntgenstrahlen beruhen, kommen wegen der winzigen Kleinheit der Energien praktisch nicht in Betracht. Zur Nutzanwendung gelangen einzig und allein die unter 3. und 4. genannten Wirkungen, so daß wir in praxi nur zwei Klassen direkter Dosimeter zu unterscheiden haben. Die eine Klasse dieser Dosimeter wird gebildet durch:

a) Das Kienböcksche Quantimeter und das von Strauß vorgeschlagene Satrappapier-Dosimeter, bei denen lichtempfindliches Papier als Prüfkörper dient.

b) Das von Freund und Bordier vorgeschlagene Dosimeter, bei dem eine Lösung von Jodoform in Chloroform das Reagenz bildet.

c) Das Schwarzsche Dosimeter, bei dem die Ausscheidung von Kalomel aus einer Ammoniumoxalat-Sublimatlösung die von Röntgenstrahlen hervorgerufene Reaktion darstellt.

d) Das historisch berühmte Chromoradiometer nach Holzknecht, die aus Baryumplatinzyanür bestehende Sabouraud und Noirésche Pastille, die Bordier-Pastille und das Buckysche Orthospektraldosimeter[1]), bei dem ebenfalls die Sabouraud und Noirésche Pastille zur Anwendung gelangt.

Von diesen Dosimetern scheidet das unter b) genannte wegen seiner Unzuverlässigkeit von vornherein aus. Von praktischer Bedeutung sind nur das Kienböcksche Quantimeter und die Sabouraud und Noirésche Pastille.

Die auf ionometrischem Prinzip beruhenden Dosimeter stellen eine neue Klasse direkter Dosimeter dar, deren Durchbildung jetzt für vollendet angesehen werden kann, und die in Zukunft vermutlich ein viel begehrtes Hilfsmittel des Röntgenologen bilden werden. Da diese Dosimeter in der medizinischen Praxis noch nicht zur Genüge bekannt sind, mögen im folgenden das Wesen des ionometrischen Dosierungsprinzips und ein Ionometer, das auf Grund sorgfältiger Studien durchgebildet ist und sich durch eine besondere Vielseitigkeit auszeichnet, beschrieben werden[2]).

Die moderne Elektrizitätstheorie lehrt, daß jedes Atom eines chemischen Elementes mindestens ein negatives Elektron enthält. Trennt man von einem chemischen Atom ein negatives Elektron ab, so erscheint der Rest positiv elektrisch geladen. Das abgetrennte negative Elektron stellt ein negatives Ion, der positiv geladene Rest ein positives Ion dar.

Unter normalen Verhältnissen enthalten die Atome eines Gases gleichviel negative und

[1]) G. Bucky, Strahlentherapie, Bd. III, S. 172 u. ff., 1913.

[2]) Die Beschreibung des ionometrischen Verfahrens und des Ionometers ist entnommen Grossmanns „Einführung in die Röntgentechnik", 2. Auflage.

positive elektrische Ladung in sich, d. h. die Atome sind elektrisch neutral. Erhitzt man jedoch ein Gas hochgradig oder belichtet es mit ultravioletten Strahlen oder mit Röntgenstrahlen, so findet unter dem Einflusse der Hitze oder dieser Strahlen eine Lostrennung negativer Elektronen von den Atomen des Gases, d. h. eine Spaltung der Gasatome in positive und negative Ionen statt. Diesen Vorgang nennt man Ionisierung.

Ist ein Gas von Röntgenstrahlen durchsetzt, und bleibt die Intensität der Strahlung konstant, so werden in der Sekunde gleichviel Atome in Ionen gespalten; gleichzeitig werden aber ebensoviel Ionen sich wieder zu Atomen vereinigen, so daß die Anzahl der Ionen pro Volumeneinheit, die sogenannte Ionisation, konstant bleibt. Man nennt die Anzahl der Ionen, die in der Zeiteinheit pro Volumeneinheit neu gebildet werden, die Ionisierungsstärke. Ist die Röntgenstrahlenintensität konstant, so sind sowohl die Ionisierungsstärke als auch die Ionisation konstant.

Die Spaltung der Atome in Ionen, die Ionisierung, ist nur auf Kosten eines Energieaufwandes möglich. Wirken Röntgenstrahlen auf ein Gas ionisierend ein, so spielt sich dabei eine Energieumwandlung ab, indem ein Teil der Röntgenstrahlenenergie in Ionisierungsarbeit umgeformt wird. Je größer diese ist, um so größer ist die Ionisierungsstärke. Daher kann die Ionisierungsstärke als Maß der in dem Gas pro Zeiteinheit und Volumeneinheit absorbierten Röntgenstrahlenenergie, d. h. der von der Luft pro Zeiteinheit aufgefangenen Röntgendosis, gelten. Diese ist, Strahlen einer bestimmten Härte vorausgesetzt, der Röntgenstrahlenintensität proportional, so daß die durch homogene Strahlen bedingte Ionisierungsstärke ein Maß der Röntgenstrahlenintensität bildet. Je weicher die Röntgenstrahlen sind, um so größer ist die bei gleicher Strahlenintensität pro Zeiteinheit aufgefangene Röntgendosis der Luft und um so stärker die Ionisation in ihr und um so größer die Ionisierungsstärke.

Befindet sich ein elektrisch geladener Körper innerhalb eines mit einem ionisierten Gas gefüllten Raumes, der von mit der Erde leitend verbundenen Wänden begrenzt ist, so daß zwischen dem geladenen Körper und den geerdeten Wänden eine Spannung besteht, so werden sich die Ionen des ionisierten Gases in Bewegung setzen; die positiven Ionen wandern nach der Kathode, die negativen nach der Anode hin, es entsteht ein elektrischer Strom, und es wird durch das Gas die Ladung des Körpers nach der Erde abgeführt. Also wird der Körper allmählich entladen, falls er nicht mit einer Elektrizitätsquelle in Verbindung steht, die ihm den Verlust an Ladung wieder ersetzt. Die Stärke des durch das Gas geleiteten Stromes ist unter bestimmten Bedingungen der Ionisierungsstärke proportional. Da diese mit der von der Luft in der Gaskammer pro Zeiteinheit absorbierten Röntgendosis parallel veränderlich ist, so stellen die Stärke des Stromes in der Gaskammer und der in der Zeiteinheit eintretende Ladungsverlust des Körpers ein Maß der von der Luft in der Kammer pro Zeiteinheit aufgefangenen Röntgendosis, bzw., Strahlen einer Härte vorausgesetzt, ein Maß der Strahlenintensität dar.

Auf diesem Prinzip beruhen die ionometrischen Dosimeter. Ein solches ist das Universal-Ionometer der Siemens & Halske A.-G. (Fig. 27). Dieses zeichnet sich durch Vielseitigkeit aus, indem es nur durch Stecken bzw. Ziehen eines Kontaktstöpsels und Auswechseln des Strahlenempfängers nach Belieben zu einem Intensitätsmesser, einem Dosismesser und einem Härtemesser gemacht werden kann. Das Ionometer enthält folgende Hauptbestandteile (Fig. 28): ein Elektrometer, das aus den geerdeten, feststehenden Quadranten q und der zwischen diesen drehbar aufgehängten Nadel n besteht; einen sogenannten Bronsonschen Luftwiderstand c, d. h. eine zwischen der topfartigen Elektrode g und der davon isolierten Elektrode d befindliche Luftstrecke, die durch Bestreichen der inneren Flächen der Elektroden g und d mit einem radioaktiven Stoff ionisiert, also leitend gemacht ist; eine Batterie b, die im Falle, daß eine Gleichstromquelle von ungefähr 200 Volt Spannung zur Verfügung steht, wegfallen kann; endlich die mit dem Ionometergehäuse mittels eines biegsamen, strahlendichten Metallschlauches verbundene, ebenfalls strahlendichte Bestrahlungskammer. Von dieser liegen zwei Ausführungen vor: eine, die bei Intensitäts- und Dosismessungen anzuwenden ist, und eine zweite, die für



Härtemessungen bestimmt ist. Die für den erstgenannten Zweck dienende Bestrahlungskammer k (Fig. 28) enthält eine von ihr isolierte Metallplatte p_1 und eine zweite mit der Kammer k leitend verbundene Platte p_2. Von der ersteren führt eine gegen den Metallschlauch sorgfältig isolierte Leitung l_1 zum Meßsystem. Die beiden Basisflächen der Kammer k weisen zum Ein- und Austritt der Röntgenstrahlen dienende Fenster auf. Diese sind mit dünnen Aluminiumfolien f_1, f_2 bedeckt, damit die ionisierte Luft aus dem Kammerinnern nicht entweichen könne. Vor das eine der beiden Fenster können entweder Bleiblenden zum Zwecke der Regulierung der in die Kammer eindringenden Röntgenstrahlenmenge oder Aluminiumfilter zwecks Messung von Tiefendosen gesetzt werden.

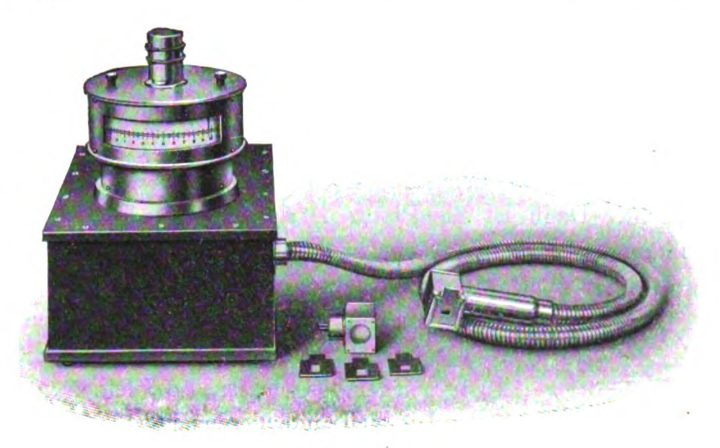


Fig. 27.

Steckt man den Stöpsel ins Stöpselloch 2, so ist das Ionometer, Strahlen einer Härte vorausgesetzt, als Intensitätsmesser verwendbar und präsentiert sich in Form eines Ionometers nach Greinacher (Fig. 29). Ist die Kammer nicht bestrahlt, so wird von der Batterie b durch den Luftwiderstand c Elektrizität nach der Platte p_1 fließen, und zwar solange, bis p_1 das Potential des oberen Batteriepoles angenommen hat. Da zwischen den geerdeten Quadranten und der mit p_1 verbundenen Nadel n die volle Batteriespannung besteht, so erfährt die Nadel eine Abstoßung und der an ihr befestigte Zeiger stellt sich auf den letzten Teilstrich der Skala ein. Wird die Kammer bestrahlt, so wird durch die leitend gemachte Luft Elektrizität von der Platte p_1 nach der geerdeten Kammer k und der Platte p_2 transportiert. Da demzufolge das Potential der Platte p_1 und damit dasjenige der Nadel n sinkt, strömt durch den Luftwiderstand c von der Batterie aus elektrische Ladung der Platte p_1 und der Nadel n zu. Diese nehmen daher ein gegenüber dem Anfangspotential tieferes Potential an. Da die p_1 und n zugeführte Elektrizitätsmenge ebenso groß wie die von ihnen durch die Ionen an die Kammer abgeführte Ladung ist, so bleibt das Potential von p_1 und n solange konstant, als die Ionisierungsstärke in der Kammer,

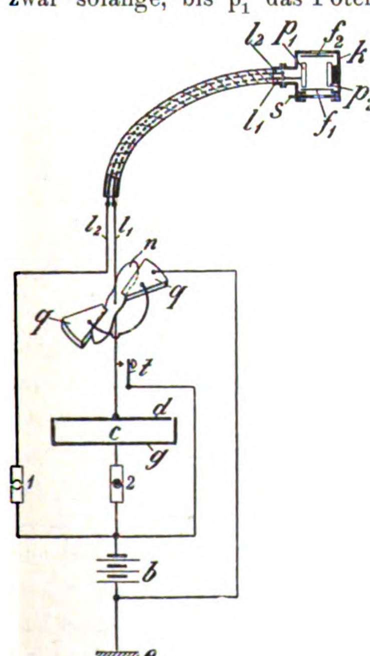


Fig. 28.

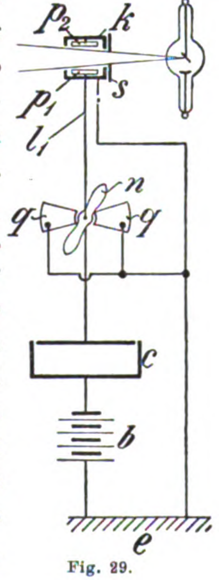


Fig. 29.

d. h. die Intensität der Röntgenstrahlung, zeitlich unveränderlich ist. Also stellt sich der Elektrometerzeiger nach Maßgabe der Strahlenintensität auf einen Teilstrich der Skala ruhig ein. Da man die Bestrahlungskammer in beliebige Lagen bringen kann, ist es möglich, mit dem Ionometer die Strahlenintensität an einem beliebigen Orte zu messen. Die während einer gewissen Bestrahlungsdauer durch eine zur Strahlungsrichtung beliebig geneigte Fläche hindurchströmende Flächenenergie läßt sich demnach so ermitteln, daß man die Kammer auf die betreffende Fläche so auflegt, daß die regelbare Kammeröffnung den Strahlen zugewendet ist, den

Ausschlag des Elektrometers während der Bestrahlungsdauer einigemal kontrolliert und den Mittelwert der Beobachtungen mit der Bestrahlungsdauer multipliziert. Man erhält sodann die Flächenenergie in x-Einheiten.

Ist die Strahlenhärte veränderlich oder die Strahlung komplex, so sind die Angaben des Meßgerätes in dieser Schaltung nicht mehr der Strahlungsintensität proportional, sondern sie können nur als Maß für die von der Luft in der Kammer pro Zeiteinheit aufgefangene Röntgendosis angesehen werden, bzw. das Produkt aus dem Mittelwert der Ablesungen und der Bestrahlungsdauer hat als das Maß der Röntgendosis der Luft zu gelten.

Man kann mit diesem Meßgerät auch die Flächenenergie bzw. die Dosis der Haut ermitteln, ohne eine Zeitbestimmung und eine Multiplikation machen zu müssen. Man stellt zu diesem Behufe die Schaltung nach Fig. 30 her, indem man den Stöpsel aus 2 (s. Fig. 28) herauszieht. Dann ist die Platte p_1 samt der Nadel n von den übrigen Teilen des Meßsystems vollkommen isoliert. Wenn man eine Dosierung vorzunehmen wünscht, drückt man erst die Taste t für einen Moment nieder, wodurch man p_1 und n mit dem oberen Pol der Batterie b verbindet und auflädt. Die Folge davon ist, daß sich die Elektrometernadel in ihre Endlage begibt. Hat man die Taste wieder losgelassen, so bleiben p_1 und n, die nunmehr auf sich angewiesen sind, elektrisch geladen und der Elektrometerzeiger verbleibt im Endausschlag, solange die Kammer nicht bestrahlt ist. Sowie diese jedoch von Röntgenstrahlen durchsetzt wird, beginnt eine allmähliche Entladung des Systems p_1, n, die sich um so schneller vollzieht, je stärker die Strahlenintensität ist. Der Zeiger wandert also ständig gegen seine Nullage zurück. Die Differenz der Anfangs- und Endablesung am Ionometer stellt ein Maß der Dosis in Luft und, unter der Voraussetzung homogener Strahlung ein Maß der Flächenenergie dar.

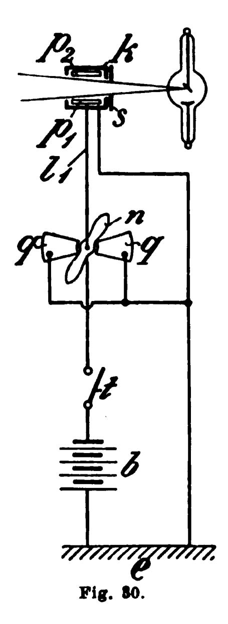


Fig. 30.

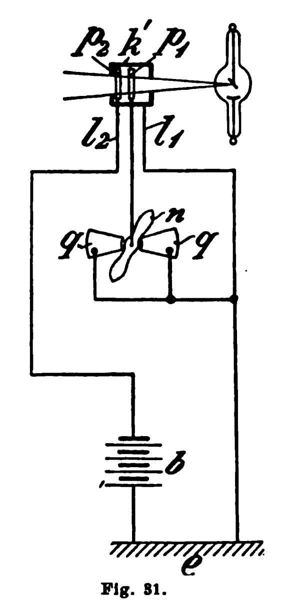


Fig. 31.

Dieses Meßgerät gestattet endlich auch, die Härte der Röntgenstrahlen zu ermitteln. Man erhält aus dem Instrument einen Härtemesser, indem man von den zwei Stöpsellöchern nur das Loch 1 schließt (Fig. 28) und die für Dosismessung bestimmte Bestrahlungskammer durch die Kammer k' (Fig. 31) ersetzt. Diese enthält zwei zu den Fenstern parallel angeordnete, gegeneinander und gegen die Kammer isolierte Metallplatten p_1 und p_2. Erstere ist durch die Leitung l_1 mit n leitend verbunden, während die Platte p_2 mittels einer zweiten im Metallschlauch vorgesehenen isolierten Leitung l_2 mit dem oberen Batteriepol leitend verbunden ist, so daß zwischen p_2 und den Wandungen der Kammer k' die volle Batteriespannung besteht. Die Platte p_1 und die Nadel n sind von allen anderen Leiterteilen isoliert. Solange die Kammer nicht bestrahlt ist, wird die Platte p_1 ein zwischen dem Potential der Platte p_2 und dem Erdpotential liegendes Potential annehmen. Bestrahlt man die Kammer, so wird die in der vorderen Kammerhälfte befindliche Luft von den Strahlen ionisiert, außerdem wird die in der hinteren Kammerhälfte befindliche Luft durch diejenigen Röntgenstrahlen, die durch p_1 hindurchgelassen worden sind, leitend gemacht. Da die Strahlenintensitäten und die Ionisierungsstärken in den beiden Teilen der Kammer nach Maßgabe der in p_1 erfolgten Absorption der Strahlen, d. h. nach Maßgabe der Strahlenhärte, verschieden sind, so findet in beiden Teilen der Kammer ein Transport von Elektrizität in verschieden starkem Maße statt, und es stellt sich auf der Platte p_1 entsprechend dem Verhältnis der Ionisierungsstärken in den beiden Kammerhälften ein bestimmtes Zwischenpotential ein. Wäre der Härtegrad der Strahlen null, so würde die gesamte Strahlenenergie in p_1 absorbiert werden und in der hinteren Kammerhälfte würde gar keine Ionisierung stattfinden. Es spielt sich dann allein zwischen p_1 und k' eine Elektrizitätsleitung ab, deren Folge

es ist, daß p_1 und n allmählich ganz entladen werden und der Elektrometerzeiger sich auf den Nullpunkt der Skala einstellt. Wäre dagegen die Strahlenhärte unendlich groß, so würde die Ionisation in den beiden Kammerhälften die gleiche sein und es müßte die Platte p_1 das mittlere Potential zwischen p_2 und k' annehmen. Der Zeigerausschlag gestattet, die Strahlenhärte in Wehnelt-Einheiten oder Halbwertschichten direkt abzulesen.

Über die direkten dosimetrischen Methoden.

Die Aufgabe, die von der bestrahlten Haut aufgenommene Oberflächendosis zu ermitteln, wird mittels der direkten Dosimeter in der Weise zu lösen versucht, daß man an einem Prüfkörper die unter der Einwirkung der gleichen Strahlung zutage tretenden Veränderungen chemischer oder physikalischer Natur messend verfolgt, um hieraus auf die Menge der vom Prüfkörper absorbierten Strahlenenergie und weiterhin von dieser auf die gesuchte Oberflächendosis zu schließen. Es fragt sich nun, ob man die gemessenen Veränderungen in der Tat für ein richtiges Maß der gesuchten Oberflächendosis ansehen darf.

Da müssen wir uns vor allem vor Augen halten, ob und unter welchen Bedingungen die in einem Prüfkörper aufgenommene Dosis ein Maß der gesuchten Oberflächendosis darstellt.

Wollten wir ein absolutes Maß für die Oberflächendosis gewinnen, so müßte ein Prüfkörper gewählt werden, der genau das gleiche Absorptionsvermögen wie die zu kontrollierende Haut besitzt. Wir sehen von dieser Forderung ab, zumal sie praktisch bedeutungslos ist, und begnügen uns mit einem relativen Maß der fraglichen Oberflächendosis. Würden wir stets nur mit homogenen Strahlen einer und derselben Gattung operieren, so könnten wir die von irgendeinem Stoff aufgefangene Dosis als Maß der Oberflächendosis der Haut ansehen, weil beide Dosen einzig und allein von der Flächenenergie abhängig und somit stets einander proportional wären. Dies gilt nicht mehr, wenn wir Messungen bei homogenen Strahlen verschiedener Härte bzw. bei komplexen Strahlen beliebiger Mischung vornehmen wollen. Wie wir gesehen haben, verhalten sich verschiedene Stoffe gegenüber Röntgenstrahlen verschiedenen Penetrationsvermögens verschieden. Ebenso wie verschiedene Stoffe für verschiedenfarbiges Licht, also für Licht verschiedener Wellenlänge, ein verschiedenes selektives Absorptionsvermögen besitzen (wie z. B. rotes Glas nur für rote Strahlen und grünes Glas nur für grüne Strahlen leicht durchlässig und für andersfarbiges Licht wenig durchlässig ist), so gibt es Stoffe, die ein selektiv starkes Absorptionsvermögen für relativ weiche Röntgenstrahlen, also solche „großer Wellenlänge" aufweisen, wie auch solche, deren selektives Absorptionsvermögen im Bereiche harter Röntgenstrahlen, also im Bereiche solcher „kleiner Wellenlänge" liegt. Setzt man zwei solche verschiedene Stoffe derselben komplexen Strahlung aus, so werden von dem einen die weichen Strahlen, vom zweiten die härteren in relativ stärkerem Maße absorbiert. Da nun aber die weichen und harten Strahlen in verschiedenen Fällen an der Gesamtenergie der komplexen Strahlung zu verschiedenen Teilen partizipieren, so würden die von beiden Stoffen in verschiedenen Fällen absorbierten Energiemengen einander nicht proportional sein.

Damit die von dem einen Körper absorbierte Dosis stets der von einem zweiten Körper absorbierten proportional sei, ist es erforderlich, daß sich die beiden Stoffe den verschieden harten Strahlen gegenüber relativ gleichartig verhalten, d. h. daß die Halbwertschichten der beiden Stoffe für alle Strahlenarten einander proportional seien. Wie wir im vorhergehenden Abschnitt ausgeführt haben, sind die Halbwertschichten leichter Stoffe einander innerhalb des ganzen Spektralgebietes der heutigentags verwendeten Röntgenstrahlen proportional. Daher kann als Prüfkörper für die von den Weichteilen des menschlichen Körpers aufgenommene Dosis irgendein Stoff kleinen Atomgewichtes bzw. ein solcher dienen, der sich nur aus Elementen kleinen Atomgewichtes zusammensetzt. Solche Stoffe sind beispielsweise Kohlenstoff, Magnesium und Luft.



Da die einzelnen Komponenten der komplexen Strahlung in jedem Stoff in relativ verschiedenem Maße absorbiert werden, so ist die Zusammensetzung der in einem Stoff z. B. in 5 mm Tiefe eingedrungenen Strahlung eine andere als diejenige der in die Oberfläche eindringenden, und ähnlich ist das bis auf 10 mm Tiefe vorgedrungene Strahlengemisch wieder ein anderes, als das in 5 mm Tiefe vorgedrungene. Da die Halbwertschichten verschiedener Stoffe für die gleichen Strahlengattungen verschieden sind, so treffen wir in 5 mm Tiefe des einen Körpers ein anderes Strahlengemisch an als in der gleichen Tiefe eines zweiten, aus einem anderen Stoff gefertigten Körpers. Dies gilt auch für den Fall, wenn die beiden Körper aus im Sinne des Obigen gleichartigen Stoffen bestehen. Ein gleichartiges Bild für die Veränderung des Strahlengemisches in zwei solchen Körpern, deren Absorptionsvermögen für verschiedene Strahlengattungen einander proportional sind, gewinnen wir jedoch dann, wenn wir die in einander äquivalente Tiefen eingedrungenen Strahlen miteinander vergleichen. Hat z. B. der eine Stoff für alle Strahlenarten ein zehnmal so starkes Absorptionsvermögen wie der andere, und bestrahlen wir beide Stoffe mit der gleichen komplexen Röntgenstrahlung, so muß dasjenige Strahlengemisch, das in 0,1 mm Tiefe des stärker absorbierenden Körpers eingedrungen ist, dasselbe sein wie das, das in 1 mm Tiefe des anderen Körpers eingedrungen ist, und analog muß das Strahlengemisch in 0,2, 0,3 mm usw. Tiefe des einen Körpers gleich dem Strahlengemisch in 2, in 3 mm usw. Tiefe des anderen Körpers sein. Von einer Proportionalität der Dosen zweier Stoffe, die sich in bezug auf Absorption gleichartig verhalten, kann also nur dann die Rede sein, wenn man diejenigen Dosen vergleicht, die in einander äquivalenten Schichten der beiden Stoffe aufgefangen werden, oder wenn man beispielsweise zwischen den Oberflächendosen der beiden Stoffe eine Parallele zieht.

Daß zwischen den Oberflächendosen zweier Stoffe der genannten Eigenschaften Proportionalität besteht, geht aus Gleichung 25) ohne weiteres hervor. Bezeichnen wir die Halbwertschichten des einen Stoffes für verschiedene Strahlengattungen mit a_1, a_2, a_3, a_4 usw. und diejenigen des zweiten Stoffes für die nämlichen Strahlengattungen mit b_1, b_2, b_3, b_4 usw., so sind die von beiden Stoffen aufgenommenen Oberflächendosen, falls beide derselben komplexen Strahlung ausgesetzt sind:

$$D_1 = 0{,}7\left(\frac{F_1}{a_1} + \frac{F_2}{a_2} + \frac{F_3}{a_3} + \dots\right),$$

$$D_2 = 0{,}7\left(\frac{F_1}{b_1} + \frac{F_2}{b_2} + \frac{F_3}{b_3} + \dots\right).$$

Nehmen wir nun an, daß b_1, b_2, b_3 . . . den Halbwertschichten a_1, a_2, a_3 . . . proportional sind, d. h. daß

$$b_1 = c \cdot a_1,\; b_2 = c \cdot a_2,\; b_3 = c \cdot a_3 \dots,$$

so ist

$$D_2 = 0{,}7\left(\frac{F_1}{ca_1} + \frac{F_2}{ca_2} + \frac{F_3}{ca_3} + \dots\right) =$$

$$= \frac{0{,}7}{c}\left(\frac{F_1}{a_1} + \frac{F_2}{a_2} + \frac{F_3}{a_3} + \dots\right) = \frac{0{,}7}{c} D_1.$$

Also sind unter der genannten Bedingung D_1 und D_2 einander proportional.

Nun müssen wir einen Schritt weitergehen und prüfen, ob die am Prüfkörper wahrgenommene und gemessene Veränderung für ein eindeutiges Maß der im Körper absorbierten Strahlenenergiemenge angesehen werden kann. Da müssen wir dessen eingedenk sein, daß die von einem Körper absorbierte Röntgenstrahlenenergie im allgemeinen in eine Reihe verschiedener Energiearten umgewandelt wird. Ebenso wie die im menschlichen Körper absorbierte Röntgenstrahlenenergie in Wärmeenergie und in biologisch wirksame chemische Energie umgeformt wird, so vollzieht sich im Chlorbromsilbergelatinepapier der Kienböckschen Streifen eine Umwandlung der absorbierten Röntgenstrahlenenergie in zwei Energiearten: in Wärmeenergie und in chemische Energie. Ähnlich wird die Röntgenstrahlenenergie, die innerhalb der Bestrahlungskammer des Ionometers in Luft absorbiert wird, in Wärmeenergie und in Ionisierungsarbeit transformiert, während die in dem Testblättchen des Sabouraud- und

Noiréschen Dosimeters (bzw. im Baryumplatinzyanür) absorbierte Röntgenstrahlenenergie sogar in drei verschiedene Energiearten umgeformt wird: in Wärme, in Fluoreszenzlicht und in chemische Energie. Die an den direkten Dosimetern wahrgenommenen bzw. gemessenen Veränderungen stellen demnach immer nur das Maß eines Teiles der in dem Prüfkörper im ganzen absorbierten Röntgenstrahlenenergiemenge dar.

Daher muß man die Frage stellen, ob diejenige im Prüfkörper entwickelte chemische oder physikalische Energie, deren Äußerung wir messend verfolgen, stets der gesamten im Prüfkörper absorbierten Röntgenstrahlenenergie proportional ist, d. h. ob von dieser stets gleiche Bruchteile in jene physikalische oder chemische Energie umgewandelt werden, von welcher Gattung auch die absorbierten Röntgenstrahlen sein mögen. Es muß weiter auch noch gefragt werden, ob die von uns gemessene Veränderung des Prüfkörpers ein eindeutiges Maß jener physikalischen bzw. chemischen Energie und demzufolge auch ein solches der absorbierten Röntgenstrahlenenergie darstellt.

Hält man sich vor Augen, daß die chemische Wirkung sichtbaren Lichtes und ultravioletter Strahlen selektiv ist, daß beispielsweise rotes Licht chemisch wenig aktiv ist im Vergleich zu kurzwelligem Licht oder gar im Vergleich zu ultravioletten Strahlen, so muß man von vornherein vermuten, daß auch Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge eine selektive chemische Wirkung aufweisen. So müssen wir annehmen, daß die Verfärbungen einer Sabouraud- und Noiréschen Pastille nicht die gleichen sind, wenn sie das eine Mal von einer weichen und das andere Mal von einer harten Röntgenstrahlung die gleiche Energiemenge absorbiert hat.

Die Angaben eines direkten Dosimeters können demnach ein genaues Maß der im menschlichen Körper unter gleichen Bedingungen absorbierten Röntgenstrahlenenergie nur dann darstellen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. Wenn die im Prüfkörper absorbierte Röntgenstrahlenenergie der im menschlichen Körper absorbierten bei Strahlen jeden Penetrationsvermögens proportional ist.

2. Wenn bei Strahlen jeden Penetrationsvermögens stets genau gleiche Bruchteile der im Prüfkörper absorbierten Röntgenstrahlenenergie in jene andere Energieart (chemische Energie, Ionisierungsarbeit) umgewandelt werden, die wir auf Grund der am Prüfkörper beobachteten Veränderungen messend verfolgen.

3. Wenn die gemessene Größe (Schwärzung des lichtempfindlichen Papiers, Verfärbung der Sabouraud und Noiréschen Testblättchen, Ionisation im Gase) ein eindeutiges Maß der die Veränderungen des Prüfkörpers bedingenden Energieart (chemische Energie, Ionisierungsarbeit) darstellt.

4. Daß die im Prüfkörper gemessenen Veränderungen ein Maß der in der obersten Schicht des Prüfkörpers absorbierten Röntgenstrahlenenergie darstellen, bzw. daß der Prüfkörper ein flächenartiges Gebilde darstellt.

Dieser letztgenannten Bedingung entsprechen die heutigentags am meisten verwendeten Dosimeter, wie das Kienböcksche und das Sabouraud- und Noirésche, in vorzüglicher Weise. Aber auch das Ionometer erfüllt diese Bedingung, trotzdem die den Innenraum der Bestrahlungskammer ausfüllende Luftsäule eine nicht unerhebliche Ausdehnung in Richtung der Strahlen aufweist. Denn der unter 4. genannten Bedingung ist stets dann entsprochen, wenn man die Schichtdicke des Prüfkörpers relativ zu seiner Halbwertschicht sehr klein wählt. Würde man von einem Stoffe, dessen Halbwertschicht für eine bestimmte Strahlenart 0,1 mm beträgt, eine Oberflächenschicht von 0,1 mm ins Auge fassen, so könnte man diese, absolut betrachtet, wohl sehr dünne Schicht dennoch vom Standpunkte der Absorption aus nicht für eine solche ansehen, und wir müßten schon eine Schicht von 0,01 mm und eventuell noch geringerer Dicke herausgreifen, um sie als Oberflächenschicht der betreffenden Substanz ansprechen zu können. Da nun andererseits Luft vermöge ihrer außerordentlich geringen Dichte sehr große Halbwertschichten, und zwar 1000 mal so große als Al, besitzt, so kann eine Luftschicht von einigen Zentimetern Dicke immer noch als Oberflächenschicht bezeichnet werden.

Hingegen kann nicht behauptet werden, daß beim Schwarzschen Dosimeter eine Oberflächendosis gemessen wird, denn es wird die Absorption der Röntgenstrahlen in einem Prüfkörper gemessen, dessen Absorptionsvermögen von der Größenordnung desjenigen der Weichteile des menschlichen Körpers ist, und dessen Dicke mehrere Millimeter beträgt.

Wie wir im vierten Abschnitt gesehen haben, weisen alle Stoffe eine selektiv starke Absorption für solche Röntgenstrahlen auf, die härter als die von dem betreffenden Stoff ausgesandten Fluoreszenz-Röntgenstrahlen sind. Da Stoffe kleinen Atomgewichtes eine extrem weiche Fluoreszenz-Röntgenstrahlung aussenden und somit die sprunghafte Änderung ihres Absorptionsvermögens im Bereiche solcher Strahlen liegt, die in der Therapie nicht zur Verwendung gelangen, so besteht für solche Stoffe das Gesetz, daß die Halbwertschichten irgendeines Stoffes kleinen Atomgewichtes für verschiedene in der Therapie gebräuchliche Strahlengattungen in dem gleichen Verhältnis zueinander stehen, wie die entsprechenden Halbwertschichten irgendeiner anderen Substanz kleinen Atomgewichtes. So z. B. stellen die Halbwertschichten von Wasser stets dasselbe Vielfache der den gleichen Strahlengattungen entsprechenden Halbwertschichten von Luft normalen atmosphärischen Druckes dar[1]). Und da sich diese Proportionalität der Halbwertschichten aller Voraussicht nach auch auf das Spektralgebiet der bisher herstellbaren härtesten Strahlen ausdehnt, so kann mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden, daß das auf ionometrischem Prinzip beruhende Dosimeter der unter 1. genannten Bedingung Genüge leistet.

Dies gilt jedoch nicht mehr für das Baryumplatinzyanür der Sabouraud und Noiréschen Pastille oder für die Chlorbromsilberemulsion der Kienböckschen Streifen.

Das Baryumplatincyanür, $BaPtCy_4 \cdot 4\,H_2O$, verdankt sein starkes Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen den beiden Bestandteilen Pt und Ba, neben denen die übrigen in ihm enthaltenen Elemente, C, N, O und H, infolge ihres vielfach schwächeren Absorptionsvermögens und ihrer viel geringeren Masse wegen kaum in Betracht kommen. Selbst das Ba spielt neben dem Pt eine untergeordnete Rolle, da es außerhalb des Gebietes selektiv starker Absorption ein etwa 20- bis 30 mal schwächeres Absorptionsvermögen besitzt als Pt und weil die im Baryumplatincyanür enthaltene Ba-Menge $1^1/_2$ mal geringer als die Pt-Menge ist. Sowohl Pt als auch Ba senden zwei Gattungen von Fluoreszenz-Röntgenstrahlen aus und weisen je zwei sprunghafte Änderungen ihres Absorptionsvermögens auf, von denen die eine im Bereiche so weicher Strahlen (der weichen Sekundärstrahlung von Pt und Ba entsprechen die Halbwertschichten: 0,12 und 0,16 mm) liegt, daß sie für unsere Betrachtungen ausscheidet. Die härtere der beiden von Pt bzw. Ba ausgesandten Sekundärstrahlenarten ist eine solche, daß sie auf einer Al-Antikathode durch Kathodenstrahlen von der Geschwindigkeit $195 \cdot 10^8$ bzw. $137 \cdot 10^8$ cm erzeugt würde, demnach bei einer Röhrenspannung von 112000 bzw. 55000 Volt entstehen müßte. Das Gebiet selektiv starker Absorption des Pt liegt also im Bereiche exorbitant harter Strahlen, wie solche bisher gar nicht oder nur in seltenen Fällen erzeugt worden sind. Sehr hart ist auch die härtere der beiden vom Ba ausgesandten Fluoreszenz-Röntgenstrahlenarten, denn es entspricht ihr eine Al-Halbwertschicht von 3,2 mm (nach Barklas Versuchen), also eine solche von 32 mm in Wasser. (Nach dem Whiddingtonschen Gesetz sollte sie 75 mm betragen.) Das Gebiet selektiv starker Absorption des Ba liegt somit im Bereiche solcher Strahlen, von deren Energie eine 3 mm dicke Al-Schicht mehr als 50 % hindurchläßt. Die selektiv starke Absorption des Ba kommt jedoch infolge des überwiegend stärkeren (bei solchen Strahlen vielleicht immer noch 3 bis 5 mal stärkeren) Absorptionsvermögens von Pt nur in vermindertem Maße zur Geltung, sodaß das gesamte Absorptionsvermögen des Baryumplatincyanürs für solche Strahlen gegenüber demjenigen, das sich bei normalem Verhalten des Ba ergeben würde, schätzungsweise nur um 20 bis 30 % verstärkt erscheinen dürfte.

Operiert man mit einer Röntgenstrahlung, von deren Gesamtenergie ein erheblicher

[1]) C. G. Barkla und V. Collier, Phil. Mag 23, pag. 987–997, 1912.



Prozentsatz in das Spektralgebiet der selektiv starken Absorption des Ba fällt, so zeigt das Baryumplatincyanür eine etwas zu große Dosis an und führt somit zu einer Unterdosierung.

Dies steht mit den von H. E. Schmidt[1]) gefundenen Erfahrungsdaten in Einklang. (Die von H. E. Schmidt konstatierten Unterdosierungen sind jedoch viel zu groß, als daß sie allein durch das Verhalten des Ba erklärt werden könnten. Wahrscheinlich spielen da biologische Vorgänge stark mit.) Aus obigen Betrachtungen folgt weiterhin, daß sich bei einer überaus harten, etwa durch eine 3 mm dicke Al-Schicht gefilterten Strahlung, in der ein erheblicher Prozentsatz jener für das Ba kritischen Strahlung enthalten ist, eine Unterdosierung zustande kommt.

Wie wir also gesehen haben, entspricht das Baryumplatincyanür der ersten der drei genannten Bedingungen wohl nicht vollends, jedoch mit ziemlicher Annäherung.

Viel weniger genügt jener Bedingung der Kienböcksche Streifen, dessen lichtempfindliche Schicht sich aus den Elementen Cl, Br und Ag zusammensetzt. Die Atomgewichte dieser drei Elemente sind 35, 80 und 107. Daher weist die Emulsion der Kienböckschen Streifen, von dem im Bereiche sehr weicher Strahlen zu suchenden und für uns nicht in Betracht kommenden ersten Sprunge im Absorptionsvermögen von Ag abgesehen, drei sprunghafte Änderungen im Absorptionsvermögen auf, die im Bereiche solcher Röntgenstrahlen liegen, die auf einer Aluminiumantikathode bei einer Gleichspannung von etwas mehr als 3500 bzw. 19000 und 34000 Volt entstehen würden. Von der sprunghaften Änderung im Absorptionsvermögen des Cl und Br kann man einesteils wegen der im AgCl AgBr enthaltenen, im Verhältnis zur Ag-Menge geringen Masse des Cl und des Br, anderesteils wegen ihres relativ schwachen Absorptionsvermögens absehen, so daß man das Verhalten des Kienböckschen Streifens in bezug auf Absorption der Röntgenstrahlen mit demjenigen des Ag identifizieren kann.

Das selektiv starke Absorptionsvermögen des Ag liegt im Bereiche solcher Strahlen, denen eine Al-Halbwertschicht von mehr als 2,1 mm und eine Halbwertschicht von mehr als 20 mm in Wasser entspricht. Der Kienböcksche Streifen führt somit in solchen Fällen, in denen harte Strahlen dieser Art in der zu untersuchenden Röntgenstrahlung enthalten sind, zu einer Unterdosierung, die unter Umständen sehr beträchtlich sein kann. Da man in der Tiefentherapie heutigentags in der Regel mit einer durch ein 3 mm dickes Aluminiumfilter gefilterten Strahlung zu operieren pflegt und eine solche Strahlung sich lediglich aus Strahlen von mehr als 2 cm Halbwertschicht zusammensetzt, so werden bei Tiefenbestrahlungen mit dem Kienböckschen Quantimeter stets viel zu große Dosen gemessen.

Die Richtigkeit der Anzeigen der Dosimeter ist weiterhin noch davon abhängig, ob die im Prüfkörper produzierte chemische Energie, bzw. beim Ionometer die in Luft erzeugte Ionisation, stets den gleichen Prozentsatz der absorbierten Röntgenstrahlenenergie darstellt, d. h. von der Gattung der absorbierten Röntgenstrahlung unabhängig ist. Leider ist dies experimentell bisher noch nicht festgestellt worden, so daß darüber nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann.

Das Interesse für die Entscheidung dieser Frage tritt in betreff der Sabouraud und Noiréschen Pastille und insbesondere bezüglich des Kienböckschen Streifens aus dem Grunde etwas in den Hintergrund, weil diese beiden Prüfkörper bereits der ersten der vier genannten Bedingungen nicht ganz entsprochen haben. Um so reger ist unser Interesse daran, in dieser Richtung bezüglich des Ionometers Klarheit zu gewinnen. Leider ist über den Zusammenhang zwischen der Ionisation eines Gases und der von ihm absorbierten Röntgenstrahlenenergiemenge sowie über die Variationen des Verhältnisses dieser beiden Größen mit der Härte der Strahlung nichts bekannt, so daß man über die Frage, ob das Ionometer bei allen Strahlengattungen und somit auch bei einer komplexen Strahlung beliebiger Zusammensetzung richtige Relativwerte der Röntgendosis anzeigt, kein abgeschlossenes Urteil fällen kann.

---

[1]) H. E. Schmidt, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, XV, pag. 38.

Aus der Tatsache, daß im Spektralgebiet sichtbarer Lichtstrahlen und ultravioletter Strahlen ein selektives Verhalten des Lichtes in bezug auf seine ionisierende Wirkung besteht, könnte man schließen, daß auch verschiedenfarbige Röntgenstrahlen, d. h. solche verschiedenen Penetrationsvermögens, ein verschiedenes ionisierendes Vermögen aufweisen. Es ist aber auch das Gegenteil denkbar; denn es ist möglich, daß dieses selektive Verhalten nur für gewisse Spektralgebiete und nicht für das Spektralgebiet der Röntgenstrahlen gilt. Einige Wahrscheinlichkeit besitzt die Annahme, daß die Ionisierung in Gasen kleinen Atomgewichtes mit der Wellenlänge nicht erheblich veränderlich sein dürfte.

Eine gewisse Aufklärung über das Dunkel dieser Frage gewinnt man aus einem Versuch von **Barkla**[1]), dessen Ergebnisse in Figur 32 veranschaulicht sind. **Barkla** ließ homogene Röntgenstrahlen verschiedener Gattung einesteils auf Silberbromid, anderenteils auf ein Ionometer einwirken und stellte den photographischen Effekt der Röntgenstrahlen im Silberbromid fest, der dann resultiert, wenn von dem Ionometer bei jeder Strahlengattung die gleiche Ionisation angezeigt wird. Wie aus der ausgezogenen Kurve, die den photographischen Effekt als Funktion der Wellenlänge der Röntgenstrahlung (als Maß der Wellenlänge dient das Reziproke der Kathodenstrahlengeschwindigkeit) darstellt, ersichtlich ist, bleibt jener solange konstant, als das durch die gestrichelte Kurve dargestellte Absorptionsvermögen von Silberbromid annähernd konstant ist, und steigt rapide an, sobald man in das Gebiet der kürzerwelligen, also penetranteren Strahlung gelangt, für welche das Silberbromid ein selektiv starkes Absorptionsvermögen aufweist. Wir sehen deutlich ein zweimaliges Anwachsen des photographischen Effektes entsprechend dem zweistufigen Anwachsen des Absorptionsvermögens, das einerseits durch die selektive Absorption des Br, andererseits durch diejenige des Ag bedingt ist.

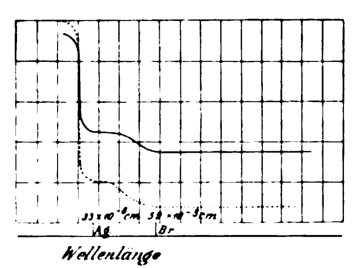


Fig. 32.

Betrachten wir das Gebiet, in dem das Silberbromid keine selektiv starke Absorption aufweist, und die im Silberbromid und in Luft absorbierten Energiemengen einander proportional sind. Die Konstanz des Verhältnisses zwischen dem photographischen Effekt im Silberbromid und der Ionisation in Luft läßt nur zwei Annahmen zu. Entweder stellt die im Silberbromid von den Röntgenstrahlen erzeugte chemische Energie stets den gleichen Prozentsatz der in ihm im ganzen absorbierten Röntgenstrahlenenergie und analog die Ionisierungsarbeit in Luft stets den gleichen Prozentsatz der in ihr absorbierten Röntgenstrahlenenergie dar, oder wir müssen die Annahme machen, daß die in chemische Energie bzw. in Ionisierungsarbeit umgeformten Teile der im Silberbromid bzw. in Luft absorbierten Röntgenstrahlenenergiemengen zufällig nach demselben Gesetz veränderlich sind. Da ein solcher Zufall wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, so sind wir geneigt, der ersten Annahme den Vorzug zu geben und voraus zu setzen, daß die Ionisierungsarbeit in Luft einen konstanten Prozentsatz der in ihr absorbierten Röntgenstrahlenenergiemenge bildet, und zwar nicht nur innerhalb des betrachteten Spektralgebietes, sondern, wegen der Kleinheit der Atomgewichte der die Luft bildenden Elemente, innerhalb des ganzen praktisch vorkommenden Spektralgebietes der Röntgenstrahlen.

Die dritte der genannten Bedingungen kann beim Ionometer leicht eingehalten werden. Man braucht nur dafür Sorge zu tragen, daß in der Bestrahlungskammer des Ionometers der sogenannte Sättigungsstrom auftritt. Ob die anderen beiden Dosimeter die dritte Bedingung erfüllen, ist noch nicht erwiesen.

Wenn man auch über die Eigenschaften der Dosimeter heute noch kein abgeschlossenes Urteil auszusprechen imstande ist, so muß das eine als feststehend gelten, daß der **Kienböck**sche Streifen einer der wichtigsten Bedingungen für die Richtigkeit der Dosismessung nicht

[1]) C. G. **Barkla**, Phil. Mag. 25, S. 296, 1913.

genügt, während die Sabouraud und Noirésche Pastille ihr nahezu entspricht und das Ionometer dieser Forderung vollkommen gerecht wird. Es ist zwar nicht erwiesen, daß das Ionometer der zweiten von uns aufgezählten Hauptbedingung entspricht; es läßt sich jedoch die Vermutung aussprechen, daß es bei allen in der Praxis in Frage kommenden Röntgenstrahlengattungen auch diese Bedingung erfüllt.

Aus dem Gesagten folgt, daß das ionometrische Verfahren den übrigen dosimetrischen Methoden in bezug auf physikalische Richtigkeit überlegen ist und daß das Sabouraud und Noirésche Verfahren in dieser Beziehung an die zweite Stelle zu setzen ist. Die Überlegenheit des Ionometers ist aber nur dann gesichert, wenn es, wie dies beim beschriebenen Universal-Ionometer der Siemens & Halske A.-G. der Fall ist, konstruktiv so durchgebildet ist, daß es in der Tat nur die durch die primäre Röntgenstrahlung hervorgerufene Ionisation der Luft mißt, und die Messungen nicht durch die Entstehung von Sekundärstrahlungen im Innern des Meßgerätes und durch diese hervorgerufene zusätzliche Ionisationen beeinflußt werden. Überlegen ist das Ionometer auch in bezug auf Einfachheit der Handhabung und Genauigkeit der Ablesung, die beim Ionometer ebenso genau erfolgen kann wie bei jedem Zeigermeßgerät, während beim Kienböckschen Dosimeter und bei der Sabouraud- und Noiréschen Pastille beim Abschätzen des Grades der Schwärzung bzw. der Verfärbung sehr leicht grobe individuelle Fehler begangen werden können. Das Meßverfahren mit der Sabouraud und Noiréschen Pastille hat in dieser Beziehung eine wesentliche Verbesserung durch Anwendung des Buckyschen Orthospektraldosimeters[1]) erfahren, mit dem nicht mehr der Grad der Verfärbung, sondern die Intensitätsänderung der graugrün erscheinenden Pastillenfarbe gemessen werden und das in bezug auf Bequemlichkeit der Ablesung verschiedene Vorteile bietet.

Zusammenfassung.

Es werden die Grundbegriffe der Dosimetrie definiert, deren Prinzipien entwickelt und die verschiedenen dosimetrischen Verfahren auf Grund der neueren Forschungen über die Absorption der Röntgenstrahlen kritisiert.

Es wird das Universal-Ionometer (Dosimeter und Härtemesser) der Firma Siemens & Halske beschrieben und seine Wirkungsweise erläutert.

Als besondere Ergebnisse dieser Studie sind zu nennen:

1. Die Glasstrahlung der Röntgenröhre ruft im Falle teilweiser Abblendung der Röhre bei kleinen Fokalabständen eine nicht unbeträchtliche Änderung im Gesetze der räumlichen Verteilung der gesamten Röntgenstrahlenintensität hervor. Das Verhältnis der Röntgenstrahlenintensitäten in zwei im gleichen Fokalstrahl, im einfachen und im halben Fokalabstand liegenden Punkten weicht bei einer Röntgenröhre von 20 cm Durchmesser bei Anwendung von Blenden mit 10 cm lichter Weite vom Werte 4 im Maximum um 10% ab. Bei Abwesenheit von Blenden ist jene Verhältniszahl genau = 4,0.

Der Einfluß der Glasstrahlung auf die mit Sabouraud-Noiréschen Pastillen gewonnenen Meßergebnisse ist selbst bei teilweiser Abblendung der Röhre unerheblich.

2. Die Einführung des Begriffes „biologische Dosis“ ist praktisch wertlos, einesteils, weil sich diese Dosis der Messung entzieht, anderenteils, weil selbst dann, wenn sie meßbar wäre, die Regel für die Bemessung der in verschiedenen Fällen zu applizierenden biologischen Dosen ebenso aus der Empirie hergeleitet werden müßte, wie die zur Erzielung verschiedener therapeutischer Effekte erforderlichen „physikalischen“ Dosen auf Grund empirischer Daten festgelegt worden sind.

3. Für die Halbwertschicht eines Stoffes für irgendeine Strahlenart ergeben sich bei verschiedenen Fokalabständen verschiedene Beträge. Die Halbwertschicht eines Stoffes für eine bestimmte Strahlenart kann als physikalische Konstante des betreffenden Stoffes nur dann

[1]) Das Buckysche Orthospektraldosimeter wird von der Siemens & Halske A.-G. hergestellt.

gelten, wenn für die Halbwertschicht derjenige Grenzwert eingesetzt wird, der sich bei unendlich großem bzw. sehr großem Fokalabstand ergibt.

4. Als eindeutiges Maß für die Qualität (Härte) homogener Röntgenstrahlen der in der Praxis gebräuchlichen Arten kann die Halbwertschicht eines Stoffes angesehen werden, dessen Atomgewicht kleiner als dasjenige des Aluminiums (27) ist, beispielsweise Wasser und Luft.

5. Das Gesetz, wonach die Oberflächendosis $D_0 = \frac{0,7 F_0}{a}$ ist, gilt für jeden beliebigen Fokalabstand.

6. Als Prüfkörper zur einwandfreien Bestimmung der in den Weichteilen des menschlichen Körpers aufgenommenen Dosis sind nur solche Stoffe geeignet, die sich aus Elementen kleinen Atomgewichtes zusammensetzen. Denn nur ein solcher Prüfkörper erfüllt die Bedingung, daß die in ihm absorbierte Röntgenstrahlenenergie der im menschlichen Körper absorbierten bei Strahlen jeden Penetrationsvermögens proportional ist. Unter Zugrundelegung der Arbeiten von Barkla, Sadler und anderen über die Absorption homogener Röntgenstrahlen und über Sekundärstrahlen wird hergeleitet, daß obige Bedingung durch das ionometrische Dosimeter im vollen Umfang, durch das Sabouraud- und Noirésche Dosimeter nahezu, dagegen nicht durch das Kienböcksche Quantimeter erfüllt wird.

Das Baryumplatinzyanür weist bei sehr harten Strahlen (a_{Al} größer als 3,5 mm) ein mäßig starkes selektives Absorptionsvermögen auf.

Bezüglich des Kienböckschen Quantimeters ergibt die Theorie, daß dieses bei harten Strahlen (a_{Al} größer als 2,1 mm) eine zu große Dosis mißt und demzufolge beim Vorhandensein solcher Strahlen zu einer erheblichen Unterdosierung Anlaß gibt.

7. Wie gezeigt wird, kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die durch Röntgenstrahlen hervorgebrachte Ionisation der Luft innerhalb des ganzen in der Praxis vorkommenden Spektralgebietes der Röntgenstrahlen der in Luft absorbierten Röntgenstrahlenenergie proportional ist, und demzufolge die Angaben des Ionometers ein richtiges Maß der gesuchten Röntgendosis darstellen.

Correspondenzen[1]).

Deutsche Röntgengesellschaft.

Der X. Kongreß (Jubiläumskongreß) der Deutschen Röntgengesellschaft fand vom 19. bis 21. April unter außerordentlich großer Teilnahme in Berlin statt. Der Bericht über die Referate, Vorträge und über die großartige Ausstellung erscheint demnächst im Verlage dieser Zeitschrift als Band X der Verhandlungen. An dieser Stelle kann nur erwähnt werden, daß die wissenschaftlichen und festlichen Veranstaltungen den höchsten Erwartungen voll entsprochen haben. Mit besonderem Danke werden die Teilnehmer der gastlichen Aufnahme der Berliner Röntgenvereinigung und des schönen von dieser Gesellschaft veranstalteten Festes gedenken.

Von besonderer Bedeutung war die Vorführung der jetzt im Mittelpunkt des Interesses stehenden

Coolidgeröhre,

über die sich alle die Herren, welche Gelegenheit gehabt hatten, mit ihr zu arbeiten, äußerten. Mit großen Hoffnungen sehen wir der weiteren Entwickelung dieses in der Röntgenröhren-

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg, zu richten.

technik neuen Problems entgegen. Unsere Leser finden im vorliegenden Hefte die Beschreibung der Röhre aus der Feder des Erfinders, sowie eine Abhandlung von ärztlicher Seite, welche die Hoffnungen, die in Amerika auf diese Neuerung gesetzt werden, wiederspiegelt.

Die Deutsche Röntgengesellschaft ist in ihr zweites Dezennium mit einer wichtigen Neuschöpfung eingetreten. Der enge Zusammenhang der Röntgentherapie und der Therapie mit radioaktiven Substanzen, ferner die rapide Entwickelung der gesamten Strahlentherapie hat der Gesellschaft den Anlaß gegeben, eine Förderungsstätte für die Strahlentherapie im Rahmen ihrer Organisation zu gründen.

Der Sonderausschuß für Strahlentherapie wird in Zukunft die Zentralstätte für alle Bestrebungen auf diesem Gebiete sein, ihm wird es obliegen, die Forscher des In- und Auslandes zu gemeinsamer Arbeit und regem Ideenaustausch gelegentlich der Röntgenkongresse heranzuziehen. Entsprechend der Wichtigkeit dieser Arbeiten werden in Zukunft auf den Kongressen die Vorträge über Strahlentherapie (Röntgen, radioaktive Substanzen und anderes) geschlossen als besonderer Teil des Programmes zur Verhandlung kommen.

Um den neu gegründeten Ausschuß volle Freiheit zu seinem inneren Ausbau zu lassen, wurden zunächst nur vier Herren, Gauß-Freiburg, H. E. Schmidt-Berlin, Werner-Heidelberg und Wichmann-Hamburg, gewählt. Die Deutsche Röntgengesellschaft erwartet von diesen Herren weitere Vorschläge zur Vervollständigung des Ausschusses.

Die **Basler medizinische Fakultät** hat die Abhaltung eines **14tägigen Röntgenkurses für praktische Ärzte** angeregt, welcher unter der Leitung der klinischen Lehrer der Fakultät vom 5.—15. Oktober 1914 abgehalten wird. Derselbe soll die unerläßliche theoretische Grundlage, ferner die praktische Ausübung der Röntgendiagnostik und Röntgentherapie und ihre Anwendung in den verschiedenen klinischen Fächern umfassen. Überdies wird in klinischen Besprechungen die Bedeutung der Röntgendiagnostik und der Strahlentherapie im Rahmen der übrigen diagnostischen und therapeutischen Hilfsmittel dargestellt werden.

Die Vorlesungen und Übungen werden, nach einem später mitzuteilenden Arbeitsprogramm, jeweilen vormittags von 8—12 Uhr und nachmittags von 2—6 Uhr abgehalten werden.

Anmeldungen werden von Herrn Dr. Lüdin, Leimenstraße 41, Basel, entgegengenommen, welcher auswärtigen Kollegen auf Wunsch auch über die Unterkunftsverhältnisse Aufschluß geben wird. Möglichst baldige Einschreibung ist erwünscht, da mit Rücksicht auf die praktischen Übungen nur eine beschränkte Zahl von Teilnehmern angenommen werden kann. Die Einschreibegebühr beträgt Frs. 50.—.

Folgende Herren haben ihre Mitwirkung als Lehrer zugesagt:

Prof. Dr. Bloch: Strahlentherapie der Hauterkrankungen.

Priv.-Doz. Dr. Christen (Bern): Theorie und Praxis der Strahlenmessung.

Prof. Dr. Hägler: Knochenbrüche, Radiologie und Unfallbegutachtung.

Priv.-Doz. Dr. Hagenbach: Normale Anatomie im Röntgenbilde, Fremdkörpernachweis.

Prof. Dr. v. Herff: Strahlentherapie gynäkologischer Erkrankungen.

Priv.-Doz. Dr. Iselin: Frakturen und Luxationen, entzündliche Erkrankungen und Geschwülste des Skeletts, Strahlentherapie in der Chirurgie.

Dr. Klingelfuß: Theorie der Strahlenerzeugung und des Apparatenbaues.

Dr. Lüdin (mit Prof. Stähelin): Strahlentherapie interner Erkrankungen.

Priv.-Doz. Dr. Massini (mit Prof. Stähelin): Radiologie der Thoraxorgane.

Hr. Mayer: Praktische Apparatenkunde und Aufnahmetechnik.

Priv.-Doz. Dr. Preiswerk: Röntgenuntersuchung der Zähne.

Prof. Dr. de Quervain: Klinische Verwertung der Röntgendiagnostik in der Chirurgie.

Prof. Dr. Siebenmann: Die Röntgenuntersuchung in der Oto-Rhino-Laryngologie.

Prof. Dr. Stähelin: Radiologie der Thoraxorgane, klinische Verwertung der Röntgendiagnostik in der innern Medizin, Strahlentherapie interner Erkrankungen.

Dr. Stierlin: Radiologie des Magen-Darmkanals.

Priv.-Doz Dr. Suter: Radiologie des Harnapparates

Prof. Dr. Wieland: Radiologie im Kindesalter.

Eine Erwiderung des Herrn Dr. Kreuzfuchs auf den Artikel der Herren Prof. Dr. Holzknecht und Dr. Haudek in Band XXI, Heft 6 traf erst nach Redaktionsschluß ein und wird im nächsten Heft publiziert werden. Red.

Bücherbesprechungen.

Christoph Müller-Immenstadt: **Die Krebsbehandlung.** München 1914. J. F. Lehmann. M. 1.80. 3 Vorträge, gehalten in der Münchener Vereinigung für ärztliches Fortbildungswesen.

Im 1. Vortrag „Biologische Wirkungen" schickt Verf. voraus, daß die Chirurgie nach wie vor eines unsrer wichtigsten Hilfsmittel im Kampfe gegen den Krebs ist, betont aber, daß die Krebsfrage auf chirurgischem Wege nie gelöst werden wird. Die Röntgenstrahlen und die ihr verwandten Energieformen und Kombinationsmöglichkeiten, Radium, elektrischer Lichtbogen, Hochfrequenzströme und Thermopenetration bieten wissenschaftlich begründete Aussicht auf therapeutischen Effekt. Die Ausnützung der strahlenden Energie steht im Mittelpunkt des Interesses aller Behandlungsmethoden des Karzinoms. Wir wissen, daß das bisher als unteilbar geltende Atom durch die elektromagnetischen Stöße des hochgespannten Stromes in der evakuierten Glasröhre zerteilt werden kann, wobei α-, β-, γ-Strahlung entsteht; auch in den radioaktiven Substanzen findet ein Atomzerfall statt, so daß also der Unterschied zwischen Röntgen- und radioaktiver Strahlung hauptsächlich darin besteht, daß erstere sich im Vakuum vollzieht und künstlich hervorgerufen wird, während letztere von selbst in der Atmosphäre vor sich geht. α- und β-Strahlung der Röntgenröhre kommen nicht über die Glaswand hinaus, nur die nicht mehr stofflichen γ-Strahlen sind wirksam. Diese letzteren, welche durch Aufprall der β-Strahlen auf feste Körper entstehen, erzeugen ihrerseits beim Durchgang durch Materie eine sekundäre Strahlung vom Charakter der β-Strahlen und zwar im Moment der Absorbierung des betreffenden Röntgen(γ)strahles durch die Materie. Alle Erscheinungen der Röntgenstrahlung, also Jonisierung, Fluoreszenz und photographische Wirkung rühren nicht unmittelbar von den Röntgenstrahlen her, sondern nur von den sekundären β-Strahlen, deren Beschaffenheit einzig von der Qualität der Primärstrahlung abhängt. Die Einwirkungen dieser Sekundärstrahlung sind energetisch-elektrischer Natur ohne jede Übertragung einer chemischen Einwirkung. Die Wirkungen der Strahlen auf das Zelleben sind als elektrische Wirkungen, hauptsächlich Jonisationswirkungen, aufzufassen, als welche sie chemische Zerfallsprozesse beschleunigen können, vielleicht auch elektrische Einflüsse, die das elektrische Gleichgewicht in der Zelle und die mit den vitalen Vorgängen in der Zelle sich abspielenden elektrischen Vorgänge stören können. — Die γ-Strahlung ist rein physikalisch und damit therapeutisch nur an der Stelle ihrer Absorption wirksam; aber nur energetische elektrische Vorgänge kommen als primäre Einwirkungsursachen in Frage; die chemischen Prozesse, welche sich dort abspielen, sind eine sekundäre Erscheinung. Durch Jonisation können chemische Verbindungen in ihrem Zerfall beschleunigt werden. Im Zellprotoplasma finden sich zahlreiche Lipoide, bes. Lezithin, welches durch die Bestrahlung in das Zerfallsprodukt Cholin übergeführt wird; letzteres ist ein Zellgift, welches sich primär in einer Störung der fermentativen Tätigkeit der Zelle geltend macht, mit welcher ihrerseits das nicht veränderte Lezithin zum Zerfall gebracht wird. Es besteht also eine Wechselwirkung zwischen Röntgenstrahlen auf das Zell-Lezithin und des Cholins auf das Zelleben und Zell-Lezithin. Durch Cholininjektionen dicht unter die Epidermis kann man der Röntgenstrahlenwirkung ähnliche Erscheinungen experimentell hervorrufen, so daß jetzt Röntgenstrahlenwirkung und Cholinwirkung als identisch anzusehen sind. Da sich die Menge des abgespaltenen Cholins nach dem Lezithinreichtum der Zelle richtet, so steht der Grad der Empfindlichkeit einer Zelle gegen Röntgenstrahlen im direkten Verhältnis zu der in der Zelle enthaltenen Menge Lezithin. Die großen Schwankungen der Empfindlichkeit der Tumorzellen gegen Röntgenstrahlen stehen im vollen Einklange mit der gefundenen prozentualen Differenz des Lezithingehaltes. Die Wirkung der Strahlung auf die Zelle ist gleich bei der normalen und pathologischen Zelle und hängt vom Lezithingehalt der betroffenen Zellgruppe ab, gleichviel ob ein Gewebe krankhaft oder gesund ist. Die elektive Wirkung der Strahlen auf das pathologische Gewebe läßt sich einerseits durch den relativ hohen Lezithingehalt der Zellen maligner Geschwülste erklären, andrerseits durch den Umstand, daß den parasitären Zellen, wozu auch die der bösartigen Neubildungen gehören, die Abwehrvorrichtungen und Regenerationskräfte des gesunden Zellengewebes fehlen.

Der 2. Vortrag: Die Radiotherapie der malignen Tumoren bringt zunächst eine hypothetische Ansicht über die Krebsbildung, die sich einerseits auf die Forschungsergebnisse, andrerseits auf die klinischen Erfahrungen stützt. Verf. unterscheidet mit Theilhaber und Edelberg Wachstumstoff, d. h. einen Stoff, der es der Zelle ermöglicht, neue Zellen der gleichen Art zu erzeugen, und Ernährungsstoffe, d. h. Stoffe, welche zum Aufbau und zur richtigen Funktion nötig sind. Außerdem gibt



es Schutzstoffe für jede Gewebsart gegen übergreifendes Wachstum fremder Gewebsarten. Hat die Wachstumfähigkeit einer Zellgruppe das Übergewicht über die benachbarte Zellart, spricht man von gesteigerter Aggressivität, sind die Schutzstoffeinheiten einer Gewebsart herabgesetzt, so daß die benachbarte Zellart eindringen kann, liegt herabgesetzte Defensivität vor. Endlich läßt sich noch lokale Disposition des Gewebes und humorale Disposition des Organismus unterscheiden, die letzten Endes von der Blutbeschaffenheit und Blutzufuhr abhängen. Hyperämisches Gewebe ist empfindlicher gegen Röntgenstrahlen als anämisches, da das normalerweise im Blut kreisende Cholin näher an die Zellen herangebracht wird und dort die Röntgenwirkung unterstützt; ist ja doch letzteres für den Zerfall der Tumorzellen bestimmend, da auch das Lezithin in der Zelle selbst durch die Jonisationswirkung der sekundären γ-Strahlen in Cholin übergeführt wird; daher wirkt die Strahlung auch nur an Ort und Stelle. Die Bestrahlungstechnik hat also hauptsächlich die Strahlung im Erkrankungsherde zur Absorption zu bringen und die Umgebung sowie das deckende gesunde Gewebe vor der Strahlenwirkung zu schützen, was bei oberflächlichen Erkrankungen leicht, bei tiefergelegenen schwieriger ist. Der Schutz des deckenden Gewebes geschieht durch Anämisierung desselben, sei es durch Kompression, sei es durch Adrenalin oder Hochfrequenzströme, bei welch letzterer die Funkenwirkung tunlichst auszuschalten ist. Besser ist die jetzt gebräuchliche Filtrationsmethode mit Aluminiumfiltern, welche die weicheren Strahlen abfiltrieren und die Tiefenwirkung noch durch Erzeugung sehr harter Sekundärstrahlen wesentlich unterstützen; auch die Felderbestrahlungsmethode leistet Glänzendes, besonders bei gynäkologischen Tumoren. Der Dosierung der Strahlenmenge muß große Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Quantität der Bestrahlung ist Erfahrungssache und hängt von der Reaktion des Tumors ab; bei Resorptions- und Intoxikationserscheinungen muß sofort abgebrochen werden; doch darf man nicht aussetzen und sich entmutigen lassen, wenn die Reaktion nicht sofort in die Augen springt, da diese vom Wachstumstadium, in welchem sich die Neubildung eben befindet, abhängt. — Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den radioaktiven Substanzen, nur daß hier noch nicht dieselbe Klarheit herrscht, wie bei der X-strahlentherapie und die klinischen Erfahrungen noch sehr kurz sind. Die Erfolge sind auf die Fälle beschränkt, in welchen das Präparat unmittelbar zum oder in den Tumor gebracht werden kann, ohne daß eine gesunde Zwischenschicht zu schonen ist und bei welchen die Absorption nicht über 4 cm hinauszugehen braucht. Bei allen tiefergelegenen Tumoren mit gesunder, zu schonender Deckschicht verdient die Röntgenbestrahlung den Vorzug; die radioaktiven Substanzen leisten nur unmittelbar an oder in den Neubildungen, wo keine gesunden Schichten zu schonen sind, Befriedigendes.

Der 3. Vortrag bespricht die kombinatorischen Behandlungsmethoden. Bei Tumoren, welche gleichzeitig unter und in die Haut hineinragen, sich aber dabei auch in größere Tiefen erstrecken, erzielt die Filterung der Strahlen zwar einen besseren Effekt in der Tiefe, beeinträchtigt aber die Absorption in den obersten Tumorschichten. Hier muß die Haut durch Anämisierung oder sonstige Methoden desensibilisiert, der Tumor gleichzeitig hyperämisiert und damit sensibilisiert werden. Ersteres wird erreicht durch die strömende, hochfrequente Elektrizität, eventuell durch Kompression und Adrenalin, letzteres durch Ausnutzung der mechanischen Wirkung und der hitzeentwickelnden Kraft des Hochfrequenzfunkens, eine Methode, welche bei allen in gut von außen zugänglichen Höhlen liegenden Tumoren angewendet werden kann. Noch besser ist die Diathermie oder Thermopenetration, welche durch Anlegung der Elektroden im Tumordurchmesser überall Hyperämie hervorrufen kann. Verf. hat eine Methode angegeben, die anämisierende und hyperämisierende Fähigkeit der Hochfrequenzströme, was ja die Diathermieströme auch sind, mit genau meßbaren Strömen und mit entsprechenden Filtern zur Anwendung zu bringen; diese Methode beruht hauptsächlich in Benutzung einer besonders konstruierten, mit Wasserkühlung ausgestatteten Elektrode für den Tumor selbst, während die Gegenelektrode von den sonst üblichen nicht abweicht. Die erstere erzeugt an der behandelten Hautzelle Anämie, in den daneben gelegenen Schichten Hyperämie; auch die kreuzweise Diathermie ist von großem Vorteil. — Besonders günstig liegen die Verhältnisse für Tiefenwirkung, wenn man von einer von außen zugänglichen Körperhöhle aus von innen her durch radioaktive, von der Körperoberfläche her durch Röntgenbestrahlung einwirkt. — Auch die Sekundärstrahlung kann zu therapeutischen Zwecken ausgenutzt werden, indem man durch Einspritzung kolloidaler Metalle in das Tumorgewebe in diesem selbst Sekundärschichten entstehen läßt oder Bleifilter unter Benutzung einer möglichst penetranten γ-Strahlung anbringt. — Verf. streift außerdem die sensibilisierende Wirkung der fluoreszierenden Stoffe. Alle diese Behandlungsarten sind lokaler Natur, die bei Erkrankungsformen allgemeinen Charakters keinen wesentlichen Erfolg zeitigen können. Hier setzt die Chemotherapie ein, welche dem Organismus das in seiner Wirkung oft erwähnte Cholin zuführen will. Ein geeignetes Präparat ist das borsaure Cholin (Enzytol); außerdem werden Selen- und andere Verbindungen genannt, die aber Verf. nicht empfiehlt. Die Steigerung der Blutzufuhr zum Tumor kann erreicht werden durch vorübergehende Steigerung des Blutdruckes auf medikamentösem Wege (aber nicht Alkohol!), vor allem aber auch wieder durch Hochfrequenz. — Nebenbei kann Arsen gegeben werden; Verf. empfiehlt die Dürkheimer Maxquelle. Verf. gibt der Hoff-

nung Ausdruck, daß auf dem beschrittenen Wege noch weitere Erfolge erzielt werden, allerdings wird eine Methode, welche den Krebs in allen Formen und Stadien zu heilen vermag, nicht eher erreicht werden, bis nicht die Ursache des Krebses erkannt ist und sich als eine einheitliche erwiesen hat.

F. Winkler (Ingolstadt).

Vogt-Dresden: **Sammlung stereoskopischer Röntgenbilder aus der Geburtshilfe.** (Aus der k. Frauenklinik Dresden.) Wiesbaden, Bergmann 1914. M. 6.65.

Die Anwendung der Röntgen-Stereoskopie ist für die Geburtshilfe vor allem wertvoll durch die genaue Darstellungsmöglichkeit der räumlichen Verhältnisse der verschiedenen Formen des engen Beckens, der Mißbildungen, der Gefäßanordnung der Plazenta, der Ossifikationsvorgänge im fötalen Skelett. Verf. bringt in 17 vorzüglich gelungenen Bildern eine Anzahl mißgebildeter Becken, 2 injizierte Plazenten, sowie mehrere Früchte vom 6—9 Monat in verschiedenen Lagen. Die Methode verdient weiter ausgebaut zu werden.

F. Winkler (Ingolstadt).

Großmann: **Einführung in die Röntgentechnik,** verfaßt für die Teilnehmer der Röntgenkurse der Siemens & Halske A.-G. 2. erweiterte Auflage.

Die 259 Seiten starke Broschüre bespricht in 11 Kapiteln das für den Anfänger Wissenswerte und Notwendige in der Röntgenkunde. Sie befaßt sich hauptsächlich mit der Röntgentechnik und gibt eine eingehende Beschreibung der gebräuchlichsten Röhrentypen und der notwendigen Haupt- und Nebenapparatur; der Entstehung und Wirkung der Röntgenstrahlen ist ein eigenes Kapitel gewidmet, die Dosimetrie ist m. E. in etwas breiter Weise behandelt. Die praktische Anwendung der Röntgenstrahlen in der Röntgenographie und Röntgenoskopie wird sehr klar dargestellt, die Röntgentherapie in ihren verschiedenen Methoden erläutert, ohne daß, wie es ja im Charakter des Buches liegt, auf die Indikationsstellung eingegangen wird. Ein Anhang enthält die wichtigsten Grundgesetze der Elektrizitätslehre. Die Abhandlung ist eine gute Vorbereitung für das Studium der größeren Lehrbücher.

F. Winkler (Ingolstadt).

Erich Marx: **Handbuch der Radiologie.** 2. Band: Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen, von Rutherford. (Akadem. Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1914.)

Rutherford ist zweifellos einer der größten Kenner auf dem Gebiete der radioaktiven Substanzen, verdanken wir doch seinen und seiner Schüler Arbeiten die Kenntnisse über die wichtigsten physikalischen Grundlagen der ganzen Radioaktivität. Er ist infolgedessen auch der berufenste Vertreter, in einem Handbuch der Radiologie das Gebiet der radioaktiven Substanzen zu bearbeiten.

Man kann ohne Einschränkung sagen, daß er seine Aufgabe in unübertrefflicher Weise gelöst hat. Jetzt, wo die Behandlung maligner Erkrankungen mit Radium und Mesothorium so stark im Vordergrund des ärztlichen Interesses steht, und wo so viele Schädigungen aus Unkenntnis der Eigenschaften der radioaktiven Körper gesetzt werden, ist ein derartiges umfassendes und mit größter Sachkenntnis geschriebenes Werk sehr am Platz. Es ist ein physikalisches Buch ohne Ausblicke oder Anweisungen für die Anwendung in der Medizin, aber jeder Arzt, der Radium oder Mesothorium in seinen Arzneischatz aufgenommen hat, sollte sich zuvor mit der Physik der Strahlungen befassen, genau so wie man von dem Mediziner Kenntnisse in der Pharmakologie verlangt, bevor er rezeptieren darf, und genau so, wie man an den Röntgentherapie treibenden Arzt die selbstverständliche Forderung stellt, sich zuvor die physikalischen Grundlagen anzueignen.

Das Buch ist eingeteilt in 19 Kapitel, in denen die gesamte Lehre von den radioaktiven Körpern und ihren Strahlungen anschaulich dargestellt wird. Auf den Inhalt und die Theorien, die an der Hand von Zeichnungen, Kurven und Bildern eingehend erörtert werden, kann ich in diesem kurzen Referat nicht eingehen. Es ist ein Standardwerk der Radioaktivität und als solches jedem Fachmann wärmstens zu empfehlen.

Hans Ritter (Hamburg).



Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Berl. medizinische Ges. 28. Januar 1914.

Mosenthal (Berlin): **Über Röntgenbilder von Nieren- und Uretersteinen.** M. weist auf die Notwendigkeit hin, vor jeder Nierensteinoperation nicht nur die Niere selbst, sondern auch den gesamten Ureterverlauf mit zu photographieren. 500 Patienten mit 1250 Aufnahmen, 205 mal positiver Steinbefund, Fehldiagnosen weniger als 1%. Pyelographien mit Kollargol sind nur unter möglichst leichtem Druck auszuführen. Die Photographie der Steine und der Niere selbst, die fast stets zur Darstellung gebracht werden kann, läßt Schlüsse auf die chemische Beschaffenheit der Steine zu. Über die Technik: Von jeder Seite müssen stets zwei Aufnahmen gemacht werden, eine der Niere, eine des Ureters. Aufnahmen werden im Atemstillstand gemacht mit Doppelplatten in weniger als 20 Sekunden. Verwendet werden Röhren mit Wolframantikathode. Demonstration von Bildern von Nieren ohne Steine. Zur Differentialdiagnose von Schatten außerhalb des Ureterverlaufes, tuberkulöse Drüsen, Kotsteine, Phlebolithen, Konkremente außerhalb der Niere, die bei der Operation eines Nierensteins liegen geblieben waren, Ureterstein im Ureterdivertikel, Bestimmung der Steine und ihrer Lage aus dem Bild, 1. aus ihrer Form, 2. aus ihrer Lage zum Nierenschatten, der stets mit auf die Platte gebracht werden soll. Weiterhin Beobachtungen von Wandern und Wachsen von Nieren- und Uretersteinen. Blasenstein. Prostatakonkremente. Großer Stein bei einem vier Jahre alten Kind. Pyelographische Aufnahmen mit 10%igen Kollargol. (Autoreferat.)

Krakauer Ärzte-Gesellschaft. Sitzung 12. XI. 1913.

Steuermark: **Neue Methoden der Röntgenbehandlung maligner Geschwülste.** Die neuesten Methoden der Behandlung maligner Geschwülste, wie die Vaccino-, Fermento , Toxino-, Chemo- und Elektrotherapie werden nach den Ergebnissen letzter Forschungen kritisch besprochen und gewürdigt. Die größte Bedeutung für die Zukunft wird nach der Meinung des Verfassers der Röntgentiefentherapie und der Verwendung radioaktiver Substanzen zukommen. — Eigene ausgezeichnete Erfolge in der Behandlung der Hautkarzinome (4—5 Jahre ohne Rezidive), Mammakarzinome (ein Fall seit 5 Jahren im Fortschreiten gehemmt, jauchige, geschwürige Fläche zum größten Teil vernarbt, Schmerzen vollkommen beseitigt, ganz leidlicher Zustand bei einer 83jährigen Patientin), Heilung eines Rundzellensarkoms von außerordentlicher Bösartigkeit und Wachstumsenergie, der nach zahlreichen chirurgischen Eingriffen stets rezidivierte. Die Diagnose wurde durch mikroskopische Untersuchung vorher bestätigt. Röntgenogramm 5 Jahre nach der Heilung. Ganz neue Wege werden durch die neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Röntgentiefentherapie beschritten. — Die Prinzipien derselben werden an der Hand einiger Zeichnungen näher erörtert und die biologischen Eigenschaften harter, filtrierter Strahlen besprochen. Die besonders durch die Freiburger gynäkologische Schule eingeführte Methode der Applikation sehr großer Dosen (2000 x bis 10000 x, Bumm-Berlin) harter, durch 3 bis 4 mm Aluminium filtrierter Strahlen, mit Feldereinteilung, Annäherung des Fokus bis zu 15 cm, Kreuzfeuermethode wird nach der Meinung des Verfassers ganz neue Gebiete in der Krebsbehandlung eröffnen. Zur praktischen Durchführung dieser Prinzipien müssen die bis jetzt gebrauchten Apparate umkonstruiert werden, damit sie in Wirklichkeit den Forderungen der modernen Tiefentherapie entsprechen. Nach den Erfahrungen des Verfassers soll der Reformapparat der Veifa-Werke von Dessauer einen großen Fortschritt in dieser Richtung bilden, da diese enormen Tiefendosen mit Hilfe der Amrheinröhre mit demselben in möglichst kurzer Zeit in Wirklichkeit von ihm erreicht worden sind (120 x in 10 Minuten unter 3 mm Aluminium, Df. 15 cm).

(Autoreferat.)

b) Journalliteratur.

Archives of the Roentgen ray. Nr. 164. Bd. 18. S. 358. 1914.

Eine Radiumromanze. Es wird hier berichtet, daß eine Röhre mit 50 mg Radium im Werte von ungefähr 20000 M , die auf dem Gesichte eines Mannes zur Bestrahlung desselben angebracht war, am nächsten Morgen, als der Verband abgenommen wurde, verschwunden war. Man hatte den Mann inzwischen einmal in den Waschraum gehen lassen. Zur Wiederauffindung der Röhre wurde ein Elektroskop benutzt, mit dem zuerst der Mann untersucht wurde, der ja das Röhrchen verschluckt haben konnte. Indessen wirkten weder er noch das Bett, in dem er gelegen hatte, auf das Instrument, dagegen ging eine deutliche Wirkung von dem Abfuhrwagen aus, der glücklicherweise die Anstalt noch nicht verlassen hatte. Dieser wurde dann eimerweise mit dem Elektroskop untersucht, wobei sich der zwölfte Eimer als wirksam erwies. Dessen Inhalt wurde dann portionsweise so lange entleert, bis der Eimer sich noch radioaktiv zeigte. Bei Entfernung einer bestimmten Portion hörte diese Eigenschaft des Eimers plötzlich auf, und die genauere Untersuchung der betreffenden Portion förderte dann auch das Röhrchen so-



fort zutage. — Um derartigen Verlusten nach Möglichkeit vorzubeugen, wird im Anschluß an diesen Bericht empfohlen, das Radium sowohl im Gebrauch wie in der Aufbewahrung möglichst auffällig zu kennzeichnen, im ersteren Falle z. B. durch eine mit Gold durchwirkte Schnur, an der das Präparat befestigt ist. Es wird dann, wenn es zufällig einmal verlegt ist, nicht so leicht durch Unkundige weggeworfen.

Nature. Bd. 93. S. 23. 1914.

H. J. S. Sand: **Luftdichte Bleiverschlüsse, um Drähte in Quarz- und andere Gläser einzuführen.** Verf. hat gefunden, daß Blei, welches man in Berührung mit Glas hat erstarren lassen, wenn es frei von Oxyd ist, einen luftdichten Verschluß mit dem letzteren bildet. Diese Verschlüsse halten auch Temperaturänderungen ohne Schaden aus, da das Metall große Schmiegsamkeit besitzt und mit großer Festigkeit am Glase haftet.

Elektrotechnische Zeitschrift. Bd. 35. S. 259. 1914.

H. Greinacher: **Über eine neue Glühlampe.** In einem luftverdünnten Entladungsapparat erwärmt sich beim Stromdurchgang die Kathode stets mehr als die Anode und zwar erstere um so mehr, je geringer ihre Oberfläche ist, so daß man kleine Kathoden auf diese Weise leicht bis zum Glühen erhitzen kann. Verf. hat diese Erscheinung zur Konstruktion einer neuen Glühlampe benutzt. Da jedoch bei dem genannten Glühprozeß die meisten Kathoden stark zerstäuben und dadurch die betreffenden Lampen bald unbrauchbar werden würden, so benutzt Verf. als Kathodenmaterial die Masse des Nernststiftes, die jenen Nachteil nicht haben soll. Seine „Kathodenlampe“ besteht aus einer Glaskugel, in der sich zwei von Quarzröhren gehaltene und in derselben Achse gelegene kleine Nernststifte gegenüberstehen. Die Kugel ist nur bis auf Geißlersches Vakuum gepumpt; und es genügt deshalb zu ihrem Betrieb schon eine verhältnismäßig niedrige Spannung, bei Wechselstrom etwa 1000 Volt. In diesem Falle werden natürlich beide Elektroden abwechselnd Kathode und glühen also beide. Der Nutzeffekt der Lampe ist ein derartiger, daß eine Konkurrenz mit den übrigen elektrischen Lampen nicht unmöglich erscheint. Einem Verbrauch von 90 Watt stand eine Lichtausbeute von 50 Kerzen gegenüber. Die gewöhnlichen Metallfadenlampen liefern bekanntlich ungefähr 1 Kerze pro Watt.

Proceedings of the Royal society. Bd. 88. S. 428. 1913.

W. H. und W. L. Bragg: **Die Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallen.** Zur genaueren Untersuchung der Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallen setzen die Verf. diese auf den drehbaren Tisch eines Spektrometers, und ersetzen das Kollimatorrohr dieses Apparates durch einen einfachen Bleispalt und sein Fernrohr durch eine Jonisationskammer. So können sie genau die Winkel messen, unter denen die Strahlen auf den Kristall fallen und auch die Intensität der reflektierten Strahlung für jeden Austrittswinkel bestimmen. Sie finden auf diese Weise, daß diese Intensität zwar mit abnehmendem Einfallswinkel im allgemeinen ebenfalls abnimmt, aber doch für gewisse Winkel deutliche Maxima zeigt. Derartige Maxima wiederholen sich ferner in unregelmäßiger Weise, ähnlich wie bei einem optischen Gitter die Spektren verschiedener Ordnung. Solange man die gleiche Röhre benutzt, erhält man ferner stets dieselbe Zahl dieser Maxima, gleichviel welchen Kristall man anwendet, und welches auch die Härte der Röhre ist. Die Winkel, unter welchen die Maxima reflektiert werden, sind allerdings bei verschiedenartigen Kristallen sowie auch an verschieden gelegenen Flächen desselben Kristalls verschieden, die Absorbierbarkeit der zu einem bestimmten Maximum zugehörigen Röntgenstrahlung bleibt aber in allen Fällen die gleiche. Die Verff. schließen aus diesen Tatsachen, daß es sich hier in jedem solchen Maximum um eine homogene Röntgenstrahlung handelt, die schon in dem ursprünglichen Strahlengemisch der Röhre enthalten ist, so daß also die Röhre außer einem Bandenspektrum auch ein Linienspektrum aussendet. Für die Wellenlänge dieser Spektrallinien erhalten die Verff. erheblich größere Werte als Laue.

Philosophical Magazine. Bd. 26. S. 210. 1913.

H. G. J. Moseley und C. G. Darwin: **Die Reflexion der Röntgenstrahlen.** Auch diese Beobachter haben ebenso wie die Braggs (s. d. vorstehende Referat) genaue Winkelmessungen über die Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallen gemacht und auch im wesentlichen die gleichen Resultate erhalten. Es besteht also nach ihren Versuchen die von einer Metallantikathode stammende Röntgenbestrahlung einesteils aus einem Strahlengemisch ähnlich dem weißen Licht und andererseits aus Strahlen ganz bestimmter Wellenlänge ähnlich den Spektrallinien, die für jedes Antikathodenmetall verschiedene Wellenlängen haben. Die Absorbierbarkeit dieser homogenen Strahlen wächst mit der Wellenlänge und ist bei einer Platinantikathode ebenso groß wie die der sogenannten charakteristischen Sekundärstrahlung dieses Metalls, so daß es sich hier also um eine sehr viel weichere Strahlung handelt als bei dem eigentlichen Strahlengemisch der Röhre. Die Wellenlängen der fünf verschiedenen Spektrallinien des Platins liegen nach dem Verf. zwischen $1{,}7 \cdot c^{1/3}\, 10^{-8}$ cm und $1{,}1 \cdot c^{1/3}\, 10^{-8}$ cm, wo c eine vorläufig noch nicht genau bestimmbare Konstante ist, die von der Art der Lagerung der Kristallmoleküle bzw. Atome abhängt und die wahrscheinlich entweder 1 oder $^1/_2$ oder $^1/_8$ ist. Im ersten Falle würde also $c^{1/3} = 1$, im letzten $= {}^1/_2$ sein.



Comptes rendus. Bd. 157. S. 124. 1913.

de Broglie: **Über ein neues Verfahren, die Spektren der Röntgenstrahlen zu photographieren.** Nach den Untersuchungen der Braggs (s. oben) findet an einer Kristallfläche Reflexion von Röntgenstrahlung einer bestimmten Wellenlänge nur dann statt, wenn der Einfallswinkel ein ganz bestimmter ist, und zwar gilt dann die Gleichung $n\lambda = 2d \cos \theta$, wo n eine der Zahlen 1, 2, 3 usw., d. h. die Ordnungszahl des Spektrums, λ die Wellenlänge der Strahlung, d den Abstand der in Frage kommenden Netzebenen des Raumgitters des Kristalls und θ den Einfallswinkel bedeuten. Man erhält nun nach dem Verf. ein vollkommenes Spektrum der von einer Antikathode ausgesandten Röntgenstrahlung, wenn man ein feines Bündel derselben auf einen beliebigen Kristall fallen und sich diesen dabei ganz langsam — etwa 2—15° in der Stunde — um eine Achse drehen läßt, welche senkrecht auf dem einfallenden Bündel steht und durch die das Bündel auffangende Fläche des Kristalls geht. Dann durchläuft nämlich offenbar der Einfallswinkel nacheinander alle möglichen Werte, und es können also auch nacheinander alle überhaupt möglichen Wellenlängen zur Reflexion gelangen. Stellt man also eine photographische Platte in den Weg der reflektierten Strahlen, so zeichnet sich auf ihr nach und nach das ganze Spektrum der Strahlung der Röhre auf. Bei den gewöhnlichen Röhren mit Platin- oder Wolframantikathoden erhält man hierbei ein Spektrum, das teils aus breiten Banden, teils aber auch aus schmalen Linien besteht, die sich von einem schwachen kontinuierlichen Grunde abheben. Walter (Hamburg).

Arch. d'Electr. méd. Nr. 373.

Hugo Schueller: **Radium-Mesothoriumtherapie in der Urologie.** Bericht über die Verwendung von Radium- und Mesothoriumträgern zur Einführung in die Harnwege für Urethra-, Prostata- und Blasenbehandlung. Die Erfahrungen über Erfolge bei bestrahlten Tumoren, Operabilität nach der Bestrahlung usw. basieren auf einer Erfahrung von 6 Monaten (!). Als Filter dient reines Platin, zur Filtration der Sekundärstrahlen dient in Urethra und Rektum Kautschuk, in der Blase Luft, Flüssigkeit (Entfernung der strahlenden Materie vom Tumor). Voraussetzung für die erfolgreiche Behandlung ist Bestrahlung möglichst nahe dem Tumor mit möglichst großen und lange einwirkenden Dosen, exakte Filtration, Sitzungen in Intervallen. Daß aber Versuche gemacht wurden mit dem Ergebnis, daß 50 mmg Mesothorium (Filter 1 mm Kautschuk), bei Einwirkung von 48 Stunden auf die Blase der Frau oder 30 mmg Radium (Filter $1^1/_2$ mm Platin-Silber) bei Verweildauer von 3 Tagen in der Blase nicht schädigen, ist anfechtbar. Einmal sind späte Schädigungen möglich und dann muß eine derartige Methode wiederholt und lange tierexperimentell ausgeprobt sein, ehe sie am Menschen angewandt wird. Es sei denn, daß es sich um therapeutische Versuche bei desolaten Fällen handelt.

P. Japiot: **Die Fraktur der Tuberositas bei der Schulterluxation.** Die radiographische Untersuchung der Schulterluxation zeigt, daß der Abriß der Tuberositas eine häufige Komplikation ist (Kasuistik von 4 Mitteilungen mit ausgezeichneten schematischen und originalen Radiogrammen). Bei alten Luxationen ist die Periarthritis scapulo-humeralis gegenüber Rißfrakturen ohne Radiogramm differentiell nicht feststellbar. Bei der Häufigkeit der Rißfraktur am Humerusende sollte bei jeder Schulterluxation radiographiert werden.

Ölsnitz und Paschetta: **Radiologische Thoraxuntersuchungen beim Kinde.** Im Kindesalter sind die Krankheitserscheinungen von seiten der Brustorgane wenig ausgesprochen, so daß die Röntgenuntersuchung die klinische Untersuchung vertieft. Bei den entzündlichen Erkrankungen der Luftwege versagt das Röntgenverfahren. Mitunter erscheinen indessen die normalen Schatten der Bronchialverzweigung verstärkt. Die Bronchialerweiterung prägt sich auf dem Radiogramm deutlich aus, wenn nicht benachbarte Parenchymveränderungen die Bronchialschatten verwischen. Die lobuläre Bronchopneumonie läßt im Anfang Verschattungen vermissen. Nur bei länger bestehender Krankheit markieren sich unregelmäßige Verschattungen von geringer Dichte. Im Gegensatz hierzu gibt die Lobärpneumonie intensive, gewöhnlich dreieckige Schattenbilder, früher, als die klinische Untersuchung den Nachweis der Pneumonie gestatten. Häufig sitzt die Verschattung tiefer als klinische Zeichen (Auskultation) hätten vermuten lassen. Die Spitze des Dreiecks entspricht dem Mediastinum. Lungenkongestionen geben nur flüchtige, wenig deutliche Verschattungen. Pleuritische Exsudate geben homogene, starke Verschattungen mit Herzverdrängung, während chronische Pneumonien Verdrängungserscheinungen vermissen lassen, sonst aber ein ähnliches Bild liefern. Eingekapselte pleuritische Ergüsse, interlobäre Pleuritis zeigen scharfe Verschattungen, mitunter mit Herzverdrängung. Die Pleuraschwielen können sich dem Nachweis entziehen, geben mitunter lineare Schatten, mitunter breite dunkle Schattenbänder mit Retraktionserscheinungen von seiten des Herzens, des Zwerchfells usw. Bei Pneumothorax schnellt die gesunde Lunge völlig nach dem Hilus zurück, das Verhalten der kranken Lunge wird durch die Adhäsionen modifiziert. Die Lungen- und Drüsentuberkulose wird durch das Röntgenverfahren klargestellt, bzw. erkannt. Voraussetzung für die Widergabe des Prozesses ist das Bestehen ausgesprochener Veränderungen. Die Röntgenuntersuchung fixiert die Ausdehnung und den Verlauf des Prozesses. An sich, z. B. bei akuter Tuberkulose, sind die homogenen oder gesprenkelten Schatten uncharakteristisch. Für die tuberkulöse Ätiologie sprechen die Zunahme und der dauernde Bestand. Lange bestehende Bronchopneumonien,



chronische Pneumonien mit Bronchialerweiterung geben so ähnliche Bilder, daß ohne die klinische Untersuchung der Krankheitsprozeß nicht geklärt werden kann. Es können käsige Tuberkulosen (bei Lokalisierung) mit Lungenzysten und Tumoren verwechselt werden. Die Röntgenuntersuchung bei Lungentuberkulose, wenn sie mitunter auch für die Diagnose genügt, ist gewöhnlich nur eine von vielen klinischen Untersuchungsmethoden. Für die Erkennung der Trachea-Bronchialdrüsenveränderungen ist die Röntgenuntersuchung unentbehrlich, insbesondere seitliche und schräge Durchleuchtungen (Retrokardialschatten, unregelmäßige Hilusschatten, Schatten nahe dem Zwerchfell, sowie rechts an der Wurzel der großen Gefäße). Gegenüber der Thymushypertrophie lassen sich Drüsenschatten durch ihre unscharfe Begrenzung, ihre unregelmäßige Gestalt differenzieren. Gefäßschatten, ebenso die Thymusschatten sind dichter, ganz abgesehen davon, daß die Grenzen des Tymusschattens scharf sind und Beziehungen zum Herzschatten zeigen. Die Röntgenuntersuchung des kindlichen Thoraxs ist nicht nur für die Diagnosenstellung, sondern auch für die Prognosenstellung unentbehrlich und zeigt öfters Richtlinien für die Behandlung.

E. Spéder: **Perikardialerguß und Pneumothorax.** Kasuistische Mitteilung: Perikardialerguß und Pneumothorax waren bei einem 33jährigen Steinarbeiter im Anschluß an ein Trauma aufgetreten. Die Momentaufnahmen, bzw. Durchleuchtungen ließen, neben einem Luftflüssigkeitserguß in der Pleura und Herzverdrängung, den Herzbeutelerguß klar erkennen. (Verschwinden der normalen Konturen, von der Herzkontraktion abhängige Wellen, Verschattung, in der das kleinere Herz sichtbar blieb) Es zeigt diese Beobachtung, daß das Herz in einem Erguß als festerer Kern sichtbar sein kann (Bauer im Gegensatz zu Groedel). Wenn Sp. die Seltenheit ähnlicher Mitteilungen darauf zurückführt, daß die Kliniker für Herz- und Perikarduntersuchungen das Röntgenverfahren zu wenig einschätzen, ist das mindestens sehr anmaßend. Einmal wird nicht jede Beobachtung breit publiziert und dann zeigt eine genauere Durchsicht der Literatur, daß Mitteilungen derartiger Fälle nicht so selten sind (Glücker, John Cowan, Harringten und Riddel berichten sogar über Beobachtungen, des viel selteneren Pneumoperikard bzw. Pyoperikard und führen dabei eine größere Zahl analoger englischer Beobachtungen an. Auch Wenckebach u. a. hat über ähnliche Fälle berichtet. D. Ref.).

Nr. 34. P. Ménétrier und A. Menthus: **Röntgenepitheliom der Augenlider.** Kasuistische Mitteilung über Auftreten eines Lidkarzinoms als Folge dauernder Reizwirkung der Röntgenstrahlen bei einem 34jährigen Röhrenexperten, der Röhrenprüfungen von 1898—1908 vorzunehmen pflegte. Es bestanden an Ober- und Unterlidern Ulzerationen, die völlig exstirpiert werden konnten. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Neubildungen von dem Haarschaftepithel ihren Ausgang genommen hatten. Neben der bösartigen Wucherung fanden sich an Ohren und Händen papillomatöse Wucherungen, die aber nirgends in das darunter gelegene Gewebe Epithelzapfen getrieben hatten.

H. Chéron und Rubens-Duval: **Die Radiumtherapie der Uterus- und Vaginalkrebse.** Für die Behandlung des Uterus- und Vaginalkrebses bedarf es ultrapenetranter Strahlungen (Dominici), großer Dosen und starker Filter. Nur ausnahmsweise bei kachektischen Kranken scheitert die Radiumtherapie vollkommen. Sonst selbst in anscheinend ganz verzweifelten Fällen feiert sie unerwartete Triumphe, indem sie ein hartes Narbengewebe an die Stelle des Krebsgewebes treten läßt Die Radiumwirkung ist übrigens rein lokal; auf die Metastasen hat das Radium keinen Einfluß, wenn es nicht lokal einwirken kann. Die Autoren berichten über einen Fall, in dem die später nachfolgende Autopsie den Beweis dafür erbrachte, daß die Radiumstrahlung Krebse zum Ausheilen zu bringen vermag. Die Zeit zu entscheiden, ob in operablen Fällen das chirurgische Eingreifen oder die Bestrahlung den Vorzug verdient, ist noch nicht gekommen. Die Zukunft lehrt vielleicht, daß beide Methoden nebeneinander gleiche Berechtigung haben, und daß die verschiedenen Fälle verschiedener Therapeutik zuzuführen sind. Einstweilen jedenfalls bleibt die Radiumtiefentherapie nach Dominici die Methode der Wahl für die vorgeschrittenen inoperablen Karzinome.

E. Payr: **Die Prophylaxe und Therapie peritonealer Adhäsionen.** P. hat die Beeinflussung von Adhäsionen nach Einführung von Eisen in den Magendarmtraktus bei Einwirkung von starken Elektromagneten mitunter unter direkter radioskopischer Kontrolle geprüft. Untersucht wurden im ganzen 151 Fälle. Es wurde in einem starken elektromagnetischen Felde Magneteisenoxyd (Diaphanit), sowie Eisenoxydul untersucht. Ganz unschädlich ist der Diaphanit, es empfiehlt sich bei der Verabreichung Glutoidkapseln zu verwenden. Es genügen bereits Mengen von 25 g, einerlei ob man die Wirkung auf den Magen oder auf Darmschlingen prüft. Mitunter scheint es zweckmäßig bei der Einwirkung auf die Endteile des Darms, das Eisen per Klysma zuzuführen. Zur Verwendung kam ein besonders konstruierter starker Elektromagnet, dessen Einwirkungen unter dem Leuchtschirm genau beobachtet werden konnte. Unter der Einwirkung des elektromagnetischen Feldes variiert die Intensität der X-Strahlen erheblich. Schädliche Folgen hat das neue Verfahren niemals ausgelöst, nur bei Sigmaadhäsionen erfolgten ganz regelmäßig Schmerzen. Die magnetische Anziehung gefüllter Darmteile scheint geeignet, nicht nur den Nachweis von Adhäsionen zu gestatten und sie genauer zu lokalisieren. Auch nach Operationen ist dies Verfahren berufen, Verklebungen zu hindern, frische Adhäsionen zu lösen. Bei dem Bestehen alter Ver-



wachsungen ermöglicht die Methode allmählich dieselben zu sprengen. Die Vervollkommnung des Verfahrens, das bislang noch wenig, besonders bei mageren Personen, angewendet wurde, ist eine Frage der Zeit und des Instrumentariums. Insbesondere sind die Untersuchungen über die zweckmäßigste und stärkste Art des zu verwendenden Elektromagneten nicht abgeschlossen. Es scheint die Verwendung von Kobalteisen für den einen Pol besonders empfehlenswert zu sein. Die Methode ist indessen nicht nur berufen, Adhäsionen zu erkennen und zu lösen, sie scheint auch geeignet, die statischen Phänomene der Enteroptose zu beeinflussen, Studien über das sensible Verhalten der Bauchorgane zu erlauben, genauer Lokomotionen zu prüfen, Anfüllungen von Nischen usw. wiederholt zu ermöglichen, auf Drehungen und Invaginationen einzuwirken. (Neuerdings Empfehlung des Verfahrens durch Frangenheim, einem Schüler Payrs. D. Ref.)

Nr. 378. Fiorini und A. Zironi: **Immunkörper und Röntgenstrahlen.** Untersuchungen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Bildung der Agglutinine, Komplementablenkung von hämolytischem Komplement, über Immunsubstanzen und die Anpassungsfähigkeit von Mikrobien gegenüber Agglutininen. Die Versuchstiere waren Kaninchen. Zunächst wurden dte Versuchstiere intraperitoneal mit abgetöteten Typhusbazillen inokuliert. Bestrahlungen von 16 x, bei Filtration mit 1 mm Aluminium hatten keinerlei Einwirkung auf die Agglutininproduktion, einerlei ob unmittelbar nach der ersten oder ob nach wiederholten Impfungen die Bestrahlungen statthatten. Das Serum solcher beeinflußte ebenso wenig nennenswert die Komplementablenkung. Auch der hämolytische Titre — Hammelblutinokulationen — wurde durch Bestrahlungen in keiner Weise affiziert. Endlich hatte auch Bestrahlung immunkörperhaltigen Serums nicht die geringsten Veränderungen des Titres zur Folge, ebenso wenig wie Bestrahlung von Kulturen deren nachher geprüfte Agglutinabilität irgendwie beeinflußte.

Actualité medicale. 15. Janvier 1914.

Foveau de Courmelles: **Die Radiologie des Magens und Darms.** Prioritätsansprüche.

Journal de Physiothérapie. Dezember 1913.

L. Landouzy und Jean Heitz: **Thermotherapie.** Die Anwendung der Thermotherapie erfordert genaue klinische Untersuchung nach sorgfältiger Berücksichtigung der anamnestischen Daten. Die Sorge des Therapeuten muß besonders sich den reaktionellen Vorgängen zuwenden, und der Reaktion entsprechend sind Bade- und Trinkkuren zu dosieren (Beachten von Blutdruck und Diurese). Reaktionen, die bei Arthritikern und Gichtikern ausgelöst werden, bedürfen mitunter zunächst interner Therapie. Die Beobachtung des Herzens, des Kreislaufes, der Nierenausscheidung ist in jedem Falle besonders bedeutungsvoll.

Bull. et Mém. de la Société de Radiologie de Paris. Dez. 1913.

J. Belot: **Belotröhre.** Bei der modernen Tiefentherapie besteht ein Bedürfnis nach Röhren, die längere Zeit größere Belastung (mindestens 2 Milli) aushalten, ohne weicher zu werden. Die ausgezeichneten Müller-Röhren haben den Nachteil der Wasserfüllung. Pilon hat eine Röhre mit ständiger Luftkühlung (Motorpumpe) konstruiert, die bei mäßigem Durchmesser (120 mm) bei Belastung mit 3 milli in 15 cm Abstand in 3 Minuten 5 H. liefert (B 7 bis 8, Funkenschlagweite 14 cm). Die Luftkühlung arbeitet bei 1/2 Atmosphäre Überdruck. Das dabei erzeugte Geräusch wird gedämpft.

J. Belot: **Röhrensicherung.** Röhren mit der Bauerregulation werden öfters zerstört, dadurch, daß ein Regulationsfunke vom Regulator über die Röhre zum Kathodenstengel verläuft. Der Elektrizitätsausgleich bei harten Röhren hat an der Spitze des Regulators statt. B. hat von Pilon, um diese unerwünschte Regulation zu vermeiden, an der Spitze des Begulationsansatzes eine Metallkappe anbringen lassen, die durch einen Metallfaden dauernd mit der Anode verbunden ist. Diese Einrichtung hat sich recht bewährt.

Albert-Weil und Auclair: **Momentradiographie der tracheo-bronchialen Drüsen.** Die Diagnostik der Mediastinal- und Hilusdrüsentuberkulose bedarf notwendig des radiologischen Verfahrens. Die frontale und schräge Durchleuchtung allein ist unzureichend, notwendig sind Radiographien bei kurzer Expositionszeit. Für die Darstellung der Hilusdrüsen genügt die frontale Durchstrahlung. Die Hilusdrüsen markieren sich als Schatten im Verlauf und im Zusammenhang mit der Hiluszeichnung (die Autoren erklären dieselbe als Bronchialzeichnung, während es sich doch vermutlich um von Fall zu Fall variierende Kombination der Gefäß- und Bronchialzeichnung handelt, d. Ref.). Mediastinaldrüsen studiert man am besten bei frontaler Durchleuchtung, sowie bei Durchstrahlung im rechten vorderen Schrägdurchmesser. Mediastinaldrüsen, die der Trachea naheliegen, besonders wenn sie dem Herzen und den großen Gefäßen benachbart sind, können bei der Durchleuchtung vollständig übersehen werden, so daß es der Momentaufnahme bei schräger Einstellung bedarf, sie sichtbar zu machen. Für die Schrägaufnahmen, Darstellung der Drüsen im Mittelfeld zwischen Wirbelsäule und Herzen, ist Inspiration, Momentaufnahme erforderlich. Häufig entspricht dem Aussehen der Kranken, verdächtigem Husten und dgl.



Schwellung der Mediastinal- und Hilusdrüsen. Mitunter freilich offenbart erst das Röntgenbild klinisch nicht nachweisbare bzw. nicht vermutete Drüsenalterationen. Eine brauchbare Radiographie hat klare Wiedergabe der Trachea zur Voraussetzung. Die Radiographie der Drüsen hat nicht nur diagnostische, sondern auch prognostische Wertigkeit, insofern, als Intervallaufnahmen bei gleicher Technik Rückbildung bzw. Zunahme der Ganglien zeigen können.

Laquerrière, Delherm und Nytten: **Ein neuer Verstärkungsschirm.** Untersuchungen bei Anwendung eines neuen Verstärkungsschirmes „le Français“ von Gaiffe. Der neue Schirm gestattet die Expositionszeit auf 1/20 zu verkürzen, gegenüber den bislang gewöhnlichen Zeiten von 1/10 bis 1/15. Die Radiographien sind bezüglich Korn, Durcharbeitung usw. gut.

Janv. 1914. H. Guilleminot: **Radiologieautomobil.** Nach den Angaben des Oberstabsarztes Busquet ist von M. Massiot ein für Feldzwecke brauchbares Radiologieautomobil konstruiert worden. G. glaubt, daß das Gefährt auch in Friedenszeiten geeignet sei, deshalb, weil es an kleinen Plätzen, die radiologisch nicht ausreichend eingerichtet seien, alles Erforderliche biete. Derartige Fahrzeuge gestatten ja auch ambulante Behandlung auf dem Lande, da sie Dynamo, Transformator, Unterbrecher, Untersuchungstisch und aufstellbares lichtdichtes Zelt für Durchleuchtung und Photographie enthalten.

Henri Béclère: **Sogenannte Spezialplatten.** Spezialplatten für Schnellphotographie sind an sich nicht erforderlich, da sie gemeinhin nicht mehr leisten als andere gute Fabrikate. B. haben sich die J-Platten, blaue Etikette, am besten bewährt. Spezialplatten, die den Vorzug verdienen, wären solche, die in gewissem Grade die Überexposition gestatten und dabei kontrastreich arbeiten. Platten, die solchen Ansprüchen genügen, sind noch nicht erzeugt.

Pasteau und Belot: **Divertikelstein.** Auf Grund einer Radiographie hatte man einen außerhalb der Mediane gelegenen Blasenstein angenommen. Die Cystoskopie — es handelte sich um einen 70jährigen Herrn mit Cystitis — gab keinerlei Anhalt für das Vorhandensein eines Blasensteins. Eine danach stattgefundene zweite Radiographie nach Kollargolfüllung der Blase ergab, daß beiderseits kongenitale Blasendivertikel vorhanden waren, in deren einem sich ein Stein gebildet hatte.

P. Oudin und P. Cottenot: **Untersuchungstisch.** Neuer Untersuchungstisch, Konstruktion von Malaquin und Dutertre, der vermöge besonderer Stützen und Aufklappfähigkeit bequeme Lagerung, z. B. bei Nierenaufnahmen gestattet, der wie ein gynäkologischer Untersuchungstisch gestellt werden kann, andererseits aber auch Lagerung wie auf einer geraden Bahre gestattet.

Lomon: **Verstärkungsschirme aus Metall.** Metalle verstärken die Wirkung der Röntgenstrahlen auf photographische Platten, und zwar am besten dann, wenn Metall und Schichtseite zusammenliegen. Die Verstärkung ist entsprechend dem höheren Atomgewicht stärker. Verstärkung durch Metall ist kornfrei, kontrastreich. Die besten Verstärkungswirkungen erhält man bei Verwendung von Blei oder Gold von 0,5 mm Dicke. Die verstärkende Wirkung, die ja den sonst üblichen Verstärkungen überlegen ist, ist geringer als bei den im Gebrauch befindlichen wolframsauren Kalziumschirmen.

American Journal of Röntgenology. Dezember 1913.

Sidney Lange: **Die X-Strahlenbehandlung der Thymusvergrößerung.** Die Röntgenbehandlung der vergrößerten Thymus bedingt artefizielle Involution. Bei Kindern ist sie Methode der Wahl, derart, daß bei akuten Krankheitserscheinungen wiederholt starke Dosierungen verabfolgt werden müssen. Die Röntgentherapie ist so sicher und so wirksam, daß bei Kindern mit Entwicklungshemmung und Verdacht der Thymuspersistenz versuchsweise bestrahlt werden sollte. Bei Kindern mit Status lymphaticus, sowie bei älteren Kindern, wenn anders der Verdacht der Thymusvergrößerung besteht, sollte, falls operative Eingriffe erforderlich sind, zuvor Radiotherapie der Thymus einsetzen, da diese die Operationschancen verbessert, insbesondere die Mortalität herabdrückt. C. Klieneberger (Zittau).

Comptes rendus. Bd. 158. S. 177. 1914.

M. de Broglie: **Über die Spektroskopie der Röntgenstrahlen.** In dieser Abhandlung veröffentlicht Verf. mehrere Röntgenstrahlenspektra, die nach seiner neuen Methode (s. oben) photographisch aufgenommen wurden. Diese Spektra zeigen, gleichviel ob die Strahlung von einer Antikathode aus Platin, Wolfram oder Kupfer stammte, alle den gleichen Charakter: sie fangen auf der Seite der großen Einfallswinkel, d. h. der kurzen Wellenlängen, mit zwei, anscheinlich kontinuierlichen Bandenspektren an, und zwar ist das eine dieser Spektren möglicherweise nur das der zweiten Ordnung des andern, so daß es sich hier dann also nur um ein einziges Spektrum von bandenartigen Charakter handeln würde. Dies wäre dann zugleich auch das eigentliche Spektrum der Röhre, d. h. derjenigen Strahlung, welche von dem Bremsvorgang der Kathodenstrahlen auf der Antikathode herrührt, und welche auch in der Technik benutzt wird. Diese Strahlung ist es auch, welche die Interferenzbilder nach Laue liefert, weil bei ihr Wellen verschiedener Länge vorhanden sind und daher auch Reflexion unter verschiedenen Winkeln stattfinden kann. Außerdem zeigen aber die Spektren des Verf. auch noch einzelne Linien, deren Wellenlänge aber erheblich größer und deren Durchdringungsvermögen auch erheblich kleiner ist als das der zuerst genannten bandenartigen Strahlung. Die Lage dieser Linien im Spektrum ist je nach der



Natur der Antikathodenmetalles verschieden, so daß es sich hier also offenbar um die schon von Barkla entdeckte sogenannte charakteristische Sekundärstrahlung dieses Metalles handelt, die hier eben erst durch die in das Metall eindringende primäre Röntgenstrahlung erzeugt wird. Die meisten dieser Spektrallinien haben übrigens ein so geringes Durchdringungsvermögen, daß es schon einer Röhre mit Lindemannglas bedarf, um sie nach dem Verfahren des Verf. abgebildet zu erhalten.

Strahlentherapie. Bd 4. Heft 1. S. 1914.

B. Keetmann und M. Meyer: **Berichtigung.** Die Verff. hatten früher gefunden, daß 1 cm körperliches Gewebe etwa 9% der γ-Strahlen des Mesothors absorbiert (s. Fortschr. Bd. 21, S. 712). Daraus würde sich eine Halbwertsschicht von 7 cm ergeben. Jetzt berichtigen sie, daß die Absorption der Strahlen in 1 cm Gewebe nur 4% beträgt, so daß also danach die Halbwertsschicht 17 statt 7 cm sein würde. Hierzu sei erwähnt, daß nach den Versuchen des Referenten (s. Fortschr. Bd. 20, S. 514) die in Frage stehende Halbwertsschicht etwa 12 cm beträgt, eine Zahl, die gerade in der Mitte liegt zwischen den beiden von den Verf. gefundenen Zahlen.

Bd. 4. S. 154. 1914.

O. Hahn: **Über die Unterscheidung von Radium- und verschiedenen alten Mesothoriumpräparaten mit Hilfe ihrer γ-Strahlung.** Um Radium- und Mesothorpräparate, auch ohne dieselben aus ihrem Behälter zu entleeren, voneinander unterscheiden zu können, vergleicht Verf. die Absorption der Strahlen mehrerer solcher Präparate in verschieden dicken Bleischichten. Er erhält dabei folgende Verhältniszahlen:

mm Blei	Radium	Mesothor neu	Mesothor alt
3,3	118,2	115,3	116,8
5	100	100	100
10	68,1	70	70,3
15	49,7	50,7	52,15
20	37,3	37	38,8
25	28,65	27,3	29,5
30	22,0	20,4	22,7
35	16 9	15,45	17,65
40	13,4	11,4	13,8
45	10,6	8,65	10,65

Die Zahlen für 5 mm Blei sind gleich gesetzt, weil mit dieser Dicke gewöhnlich geeicht wird. Mit anderen Bleidicken erhält man dann die Verhältniszahlen der Tabelle, so daß man also, wenn sich bei einem derartigen Vergleich eines unbekannten Präparates mit einem Radiumpräparat Ungleichheiten ergeben, schließen kann, daß man es nicht mit einem Radium-, sondern einem Mesothorpräparat zu tun hat. Allerdings betragen die Unterschiede der obigen Tabelle nur wenige Prozent und das Verfahren ist daher nicht sehr genau. Zugleich zeigt die Tabelle, daß es nicht gleichgültig ist, mit welcher Bleidicke man Mesothorpräparate eicht.

Bd. 4. S. 312. 1914.

A. Baxmann: **Die Tiefenwirkung der mit verschiedenen Instrumentarien erzeugten Röntgenstrahlen.** Verf. hat sowohl durch photographische wie durch elektrometrische Messungen gefunden, daß das Durchdringungsvermögen der Strahlung einer Röntgenröhre, trotzdem diese mit einer Wehneltskala auf konstanter Härte gehalten wurde, bei verschiedenen Instrumentarien verschieden ist. Wenn dies wirklich zutreffen sollte, so würde daraus folgen, daß die Wehneltskala — und also auch allgemein die Skalen nach den Benoistschen System — das Durchdringungsvermögen einer Röntgenstrahlung nicht eindeutig darstellen, wie man doch bisher allgemein angenommen hat. Ehe sich der Referent indessen zu einer solchen Folgerung entschließt, möchte er doch zunächst noch annehmen, daß die Härtemessungen des Verfassers nicht genau genug waren, und daß die von diesem gefundenen Änderungen in der Tiefenwirkung eben durch nichts anderes als durch wirkliche Härteänderungen der Röhre bewirkt wurden. Diese Annahme liegt übrigens auch deswegen nahe, weil bei den Versuchen des Referenten (s. Verhandl. d. deutsch. Röntgenges. Bd. 8, S. 92) die durch veränderte Betriebsweise bewirkten Härteänderungen einer Röntgenröhre, soweit sie mit den Betriebsweisen des Verf. identisch waren, tatsächlich in dem vom Verf. beobachteten Sinne lagen.

Bd. 4. S. 467. 1914.

H. E. Schmidt: **Bisher nicht bekannte Fehlerquellen bei der direkten Dosimetrie.** Verf. hatte gefunden, daß er bei einem Radiometer nach Sabouraud und Noiré, welches etwas über ein Jahr alt war, zur Erreichung der Farbe B (Erythemdose) unter bestimmten Verhältnissen 15 Minuten, mit einem



neuen Instrument unter denselben Verhältnissen dagegen nur 12 Minuten bestrahlen mußte. Als Grund hierfür gab die das Instrument herstellende Firma an, daß die Vergleichsfarbe B mit der Zeit etwas nachdunkele, was Verf. auch durch Vergleich seiner alten und neuen Farbe B bestätigt fand. Eine Holzknechtsche „Skala zum Sabouraud" ergab die gleichen Werte wie das alte Radiometer von Sabouraud und Noiré, so daß also hiernach auch ein Nachdunkeln der Holzknechtschen Farbenskala wahrscheinlich gemacht ist. Trotz dieser Fehler hält aber Verf. das Verfahren von Sabouraud und Noiré doch für erheblich genauer als das Kienböcksche Quantimeterverfahren, da er mit diesem Fehler bis bis zu 500% (!) gefunden hat, obwohl er mit frischen Streifen arbeitete und die Entwicklung derselben durch Angestellte der fabrizierenden Firma vornehmen ließ.

Bd. 4. S. 452. 1914.

Friedr. Dessauer: **Die physikalischen und technischen Grundlagen bei der Radiumbestrahlung und der Röntgenbestrahlung und die wichtigsten Fehler.** Verf. legt in dieser Arbeit dar, daß es bei der Bestrahlung von Krebsgeschwüren, die im Innern des Körpers gelegen sind, darauf ankommt, allen in Frage kommenden Krebszellen eine möglichst gleichmäßige Strahlungsintensität zuzuführen, nämlich diejenige, die gerade genügend ist, die Zellen zu zerstören, die aber andererseits nicht groß genug ist, um die gesunden Zellen zu schädigen. Eine solche „Homogenbestrahlung" läßt sich nun aber mit Radiumpräparaten meist nur dann erreichen, wenn man gleichzeitig von sehr vielen Stellen aus bestrahlt, so daß hierzu sehr viele und starke Präparate nötig sind. Deshalb erscheint es Verf. zweckmäßiger, Radium- und Röntgenstrahlung zu kombinieren. Natürlich müsse man in beiden Fällen, um auch die sich aus der Absorption der Strahlen ergebenden Ungleichmäßigkeiten nach Möglichkeit zu beseitigen, mit möglichst harten Strahlen arbeiten. Gegen eine solche Kombination von Röntgen- und Radiumstrahlung ist allerdings wohl das einzuwenden, daß dann die Dosierung der Wirkung noch erheblich schwieriger wird als mit einer einzigen Strahlung allein.

Bd. 4. S. 500. 1914.

Reginald Morton: **Über die Anwendung nichtmetallischer Filter in der Röntgenstrahlentherapie.** Verf. hat gegen das jetzt hauptsächlich als Filtermaterial benutzte Aluminium einesteils das einzuwenden, daß es in dickeren Schichten nicht biegsam genug ist, und andernteils auch das, daß es eine nicht unbeträchtliche Sekundärstrahlung aussendet, so daß man damit, wenn man es unmittelbar auf die Haut legt, leichter ein Erythem erhält als mit den „nichtmetallischen" Filtern, wie Leder, Filz oder dergleichen. Als ein solches empfiehlt er besonders Tücher aus gewöhnlicher Leinewand, die in einer gesättigten Lösung von wolframsaurem Natrium getränkt werden. Warum gerade dieses Salz gewählt ist, wird nicht gesagt; auch ist zu bedenken, daß dasselbe doch ebenfalls Metalle und darunter sogar ein hochatomiges (Wolfram) enthält, das doch bekanntlich sehr weiche, d. h. in der Haut leicht absorbierbare Sekundärstrahlung aussendet. Dazu kommt noch, daß diese Filter wegen der Struktur der Leinewand sich den Röntgenstrahlen gegenüber wie ein Drahtnetz verhalten, d. h. also nur immer einen Teil der Haut schützen. Nichtsdestoweniger berichtet Verf., daß er mit solchen Filtern, von denen er bei tiefliegenden Affektionen gewöhnlich 2—3 Lagen benutzt, reichliche Dosen in fast unbegrenzter Höhe verabreichen kann, ohne die Haut zu schädigen. Auch für die Myombehandlung benutzt er sie, dann allerdings 5—6 Lagen. Der Filterwert einer solchen Lage soll etwa gleich dem von 0,3 mm Aluminium sein.

Walter (Hamburg).

Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde. Bd. XI.

Engel-Düsseldorf: **Die anatomischen und röntgenologischen Grundlagen für die Diagnostik der Bronchialdrüsentuberkulose beim Kind.** Nach einer erschöpfenden Literaturangabe führt Verf. aus, daß die Gegend der Bronchialdrüsen größtenteils in den Bereich des Mittelschattens fällt, besonders bei jüngeren Kindern, breitem Thorax und gedrungenem Mittelschatten; der rechte Hilus ist durch seine dem Lungenfeld genäherte Lage der Diagnose zugänglicher. Die Lymphdrüsen schließen sich unmittelbar an die Luftwege an und sind vorwiegend in den Teilungswinkeln gelegen. Für die Röntgenoskopie sind am günstigsten die rechten broncho-pulmonalen Drüsen, welche sich peripherwärts zu vergrößern pflegen und dabei in einen von gröberen Bronchien und Gefäßen freien Raum hineinragen. Andere Drüsen sind der Röntgendiagnose kaum zugänglich. Bilder und Tafeln tragen zur Veranschaulichung der Abhandlung wesentlich bei.

Bd. XII. Dietlen-Straßburg: **Über interlobäre Pleuritis.** Das interlobäre Exsudat läßt sich durch die physikalischen Untersuchungsmethoden vermuten beim Vorhandensein bandförmiger Dämpfungen entlang dem Verlauf der Interlobärfurchen, durch tympanitische Dämpfungen an der Lungenbasis, besonders am Mittellappen, welche weder den Eindruck pneumonischer Infiltrationen noch pleuritischer Exsudate machen, sondern als Kompressionsatelektase zu deuten sind; endlich bei auffallender Diskrepanz zwischen den schweren Allgemeinerscheinungen und dem geringen physikalischen Befunde. — Annähernd sicher läßt sich ein solches Exsudat feststellen durch Probepunktion oder bei Durchbruch in einen Bronchialast. Auf röntgenologischem Wege ist die Diagnose frühzeitig und sicher durch typische, auf



sehr guten Bildern wiedergegebene Schattenfiguren in dorso-ventraler wie frontaler Strahlenrichtung sowie durch stereoskopische Aufnahmen zu stellen. Es gibt akute, meist metapneumonische, und chronische, tuberkulöse Prozesse; bei letzteren finden sich häufig interlobäre Schwarten. Der Lieblingssitz des interlobären Exsudates ist die Spalte zwischen Ober- und Mittellappen.

Therapeut. Monatshefte. 27. Jahrgang, November 1913.

Haendly-Berlin: **Die Verwendung der strahlenden Energie in der Gynäkologie.** Verf. schildert die Technik der Röntgenbestrahlung nach der in der Universitätsfrauenklinik zu Berlin (Geh.-R. Bumm) üblichen Methode; dortselbst wird die Felderbestrahlung angewendet, wobei auf der Kompressionsbinde die Felder (12 bzw. 24 auf der Bauch-, 6 auf der Rückenseite) bereits aufgezeichnet sind. Fokusdistanz 20—22 cm, Aluminiumfilter. Von der Vagina aus wird gleichzeitig bestrahlt. Die Patientin erhält in der Regel 300 x in 6 auf 6 Tage verteilten Sitzungen. Die Erfolge bei Myomen sind in 92,5% aller Fälle Amenorrhöe; bei klimakterischen Blutungen 94%, bei chronischer Metritis und Menorrhagien jüngerer Frauen ohne Befund je 100%, Retroflexio ut. fix. oder mob. 50% Erfolge; essentieller Pruritus wird oft günstig beeinflußt. Zur Einleitung des künstlichen Abortes und bei Behandlung frischer oder subakuter Adnextumoren lehnt Verf. die Röntgenbehandlung ab. Um durch eventuelle Verwechslung eines gutartigen Tumors mit einer bösartigen Neubildung keinen Schaden zu stiften, rät H. alle Frauen, welche in 4—5 Serien erfolglos röntgenisiert, der Operation zuzuweisen. Von radioaktiven Stoffen wird hauptsächlich das Mesothorium verwendet; es ist in Mengen von 50 mg in Glasröhrchen eingeschlossen und muß zur Abfiltrierung der α- und β-Strahlung in Silber- oder Platinröhrchen eingelegt sein; zur Abhaltung der Sekundärstrahlung wird statt der Bleifilter ein solches von Silber (1 mm dick) verwendet. Abgesehen von der bequemeren Anwendungsmöglichkeit für Arzt und Patientin bietet die Mesothoriumbestrahlung keine Vorteile vor der Röntgenbestrahlung. Die radioaktiven Substanzen dienen zurzeit vor allem der Krebsbehandlung; eine sichere Heilung wurde bis jetzt nicht erzielt, da ein Freibleiben von Rezidiven im Verlaufe von mindestens fünf Jahren festgestellt sein muß, um von Dauerheilung reden zu können; immerhin sind die bisherigen Erfolge gute, indem die Krebse sich reinigen, hart werden und schrumpfen, und schließlich auch histologisch nicht mehr nachweisbar sind; tiefgelegene Krebszellen werden aber nicht zerstört. An Nebenwirkungen der Bestrahlung nennt Verf. Fiebererscheinungen und Darmstörungen, welch letztere durch nekrotische Schleimhautveränderungen und Strikturen des Rektums in der Höhe der Portio infolge narbiger Schrumpfung des periproktalen Bindegewebes verursacht werden; diese Übelstände können durch Vermeidung zu hoher Dosen hintangehalten werden. Die Frage der sicheren Heilung des Krebses durch Bestrahlung ist solange nicht gelöst, als es nicht gelingt, auch die letzten Keime in den Parametrien und Lymphknoten ohne Nebenschädigung wichtiger Organe zu vernichten.

Archiv für Kinderheilkunde. Band 60 und 61.

Engel-Düsseldorf: **Form, Lage und Lageveränderung des Bronchialbaumes im Kindesalter.** An der Hand von Ausgüssen des Bronchialbaumes schildert Verf. Lage und Aussehen desselben in verschiedenen Stadien des Kindesalters und gibt Durchschnittsmaße für die einzelnen Lebensmonate und -jahre. Die Entwicklung des Bronchialbaumes erfolgt in den ersten zwei Lebensjahren rapid, langsamer bis zum 8. Lebensjahre, um von da ab in immer langsamerem Tempo die Maße des Erwachsenen zu erreichen; besonders Trachea und rechter Hauptbronchus wachsen in dieser Weise; viel stetiger und gleichmäßiger der linke Hauptbronchus. Die Trachea liegt im frühen Kindesalter rechts von der Mittellinie und rückt etwa bis zum 5. und 6. Jahre fast ganz in die Medianlinie. Die Bifurkation fand Sluka röntgenoskopisch in den ersten drei Lebensjahren vor dem 4. Brustwirbel; nach Wehnert steigt sie allmählich vom 3. zum 5. Brustwirbel hinab; Verf. glaubt aber, daß ein noch tieferer Descensus erfolgt, etwa zum 6. Brustwirbel. Durch die Bewegung der Trachea beim Schluckakt und bei der Atmung werden gewisse Schwankungen im Stande der Bifurkation verursacht, was durch die Röntgenoskopie leicht beobachtet werden kann; unter pathologischen Verhältnissen verschieben sich Trachea und Bronchien noch mehr. Zahlreiche Skizzen, Bilder und Tabellen erläutern die Ausführungen in instruktiver Weise.

Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 87. Heft 2.

Hilgenreiner-Prag: **Die Extensions- und Flexionsfraktur am untern Ende der Tibia und Fibula.** Verf. schildert an der Hand des Materials der Prager chirurgischen Klinik (Prof. Schloffer) die oben erwähnten Unterschenkelbrüche und erläutert seine Darlegungen durch instruktive Röntgenbilder. Er kommt zu dem Ergebnisse, daß die Extensions- und Flexionsfraktur der Knöchel neben der Pronations- und Supinationsfraktur besteht und durch Gewalteinwirkung in der Richtung des Unterschenkels bei stark gestrecktem resp. gebeugtem Fußgelenk hervorgerufen wird; sie kann einen wie beide Knöchel betreffen. Die Extensionsfraktur der Tibia verläuft in einer frontalen Ebene oder von vorne unten nach hinten oben von dem hintern Anteil der Tibiagelenkfläche zur Hinterseite des Knochens. Sie ist nur selten isoliert, sondern meist mit Wadenbeinbruch verbunden; der Fuß ist häufig nach hinten luxiert oder subluxiert. — Die Flexionsfraktur der Tibia ist seltener; sie verläuft frontal oder von



hinten unten nach vorne oben vom vorderen Anteil der Tibiagelenkfläche zur Vorderseite des Knochens. Die Extensionsfraktur des Wadenbeines durchsetzt den Knochen von vorne unten nach hinten oben und kommt allein oder mit Extensionsfraktur der Tibia vor. Die Flexionsfraktur der Fibula verläuft in umgekehrter Richtung, wobei sie hinten unten oder hinten oben beginnen kann.

Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 152.

Hesse-Utrecht: **Zur Kenntnis des Brechaktes; nach Röntgenversuchen an Hunden.** Der Brechakt des Hundes erfolgt in drei Abschnitten: Zuerst wird der erschlaffende Fundus vom Pylorusteil des Magens ausgefüllt, der Pylorusteil kontrahiert; dann wird unter Öffnung der Kardia durch die Bauchpresse und Zwerchfellkontraktion Nahrung in den Ösophagus geworfen und bleibt hier verschieden lange Zeit; endlich gelangt der Ösophagusinhalt unter Exspiration bei geschlossener Glottis nach außen. — Die Bissen werden in der Speiseröhre durch charakteristische Respirationen auf und ab getrieben. Während dieser Zeit steht die Kardia häufig offen und die Speiseröhre ist erschlafft. Antiperistaltik des Magens und der Speiseröhre wurde nicht beobachtet. Der Brechakt erfolgt nicht immer vollständig; es wird zuweilen in die Speiseröhre, aber von dort nicht nach außen erbrochen. Auch beim Erbrechen nach außen entleert sich die Speiseröhre selten vollständig; das Zurückgebliebene gleitet durch Schluckbewegung wieder vor die Kardia, wo es bei geschlossener Kardia bis zum nächsten Brechakt liegen bleibt oder bei offener Kardia sofort oder nach einer Pause wieder in den Magen gelangt.

Archiv f. phys. Medizin. Bd. VIII. Heft 2.

Küpferle-Freiburg i. B.: **Röntgenologische Studien über das Magengeschwür.** Das Röntgenverfahren ist die beste Methode zur Motilitätsbestimmung des Magens, weil es auch die Teilfunktionen der Motilität erkennen läßt Peristaltik, Tonus und Entleerungseffekt können nach Gestalt, Lage und Größe des Magens und in Beziehung zu organischen Veränderungen beurteilt werden, wonach die Motilität exakt zu bestimmen ist. Das akute Magengeschwür ist röntgenologisch direkt nicht nachweisbar, wohl aber durch lokalen Spasmus und lokalen Druckschmerz indirekt zu diagnostizieren; verlangsamte Entleerung spricht für den Sitz am Pylorus. Das chronische Ulkus ist dagegen direkt nachweisbar als kallöses und kallös-penetrierendes Geschwür durch den Nischensymptomenkomplex, woraus sich Sitz und Größe des Ulkus genau bestimmen lassen. Sekundäre Geschwürsveränderungen (Sanduhrmagen, Schrumpfung, Spasmen) sind klar zu erkennen; für die Therapie lassen sich aus dem Röntgenbilde direkte Schlüsse ziehen. Sanduhrformen durch Geschwürsbildung unterscheiden sich von den durch Karzinom hervorgerufenen. Das Röntgenbild gestattet die Wahl des chirurgischen Eingriffes und die Kontrolle des Operationseffektes. Die lesenswerte Abhandlung ist durch zahlreiche Abbildungen erläutert.

F. Winkler (Ingolstadt).

Medizinische Klinik. 1913. Nr. 49.

de la Camp und Küpferle: **Über die Behandlung der Lungentuberkulose mit Röntgenstrahlen.** Die Bestrahlung fand mit Dessauers Reformapparat statt. Durch das Tierexperiment wurde festgestellt, daß die Röntgenstrahlen qualitativ und quantitativ richtig angewandt bei der experimentell erzeugten Tuberkulose Heilungsvorgänge anbahnen und fördern, die einer natürlichen Heilung entsprechen. Auch die menschliche Tuberkulose ist in allen Stadien durch Röntgenstrahlen günstig zu beeinflussen. Ein ausgesprochner Heilerfolg wurde von den Autoren in Fällen I. und II. Stadiums erreicht. Der Erfolg sei abhängig von der im Einzelfalle nach Verlaufsform und Reaktionsmodus einzurichtenden Bestrahlungstechnik.

Nr. 49. Otto Schindler: **Die Behandlung der Karzinome der Mundschleimhaut mit Radium.** Jedes operable Mundschleimhautkarzinom soll operiert werden, danach intensive Radiumbestrahlung; es sollte prophylaktisch in Intervallen weiterbestrahlt werden. Auch inoperable Fälle werden von der Radiumtherapie manchmal günstig beeinflußt; es muß aber stets eine Wachstumshemmungs-, keine Reizdosis gegeben werden.

Nr. 50. W. Stoeckel: **Die Strahlentherapie in der Gynäkologie.** Sehr lesenswerter Aufsatz über die Grundlagen und Erfolge der Röntgen-, Radium- und Mesothoriumtherapie bei Myomen und Karzinomen; die kritische Bewertung vom Standpunkte des Klinikers verleiht im Gegensatze zu so vielen anderen Mitteilungen der Arbeit das Recht auf besondere Beachtung. Paul Krause (Bonn).

Medizinische Klinik. 1914. Heft 1. und 2.

Umfrage über die Bedeutung der Strahlentherapie für die Gynäkologie. Auf diese an die namhaftesten Gynäkologen ergangene Umfrage erhielt die Redaktion der Medizinischen Klinik ziemlich übereinstimmende Antworten. Bei Metropathien und Myomen wurden allgemein nur mit Röntgen so gute Erfolge erzielt, daß man kein Radium anwandte. Sippel, Zangemeister und Albers-Schönberg betonen die Vorsicht, die man bei der Bestrahlung jugendlicher Individuen anwenden muß wegen der Röntgenkastration. Sippel und Zangemeister operieren jüngere Frauen und Albers-Schönberg bestrahlt nur, wenn auf eine Konzeption nicht mehr gerechnet wird. Fränkel spricht sich auf Grund seiner guten Statistik in fast allen Fällen für die Operation aus Beim Karzinom ist die einstimmige



Antwort, daß operable Fälle operiert werden sollen. Nach der Operation prophylaktische Bestrahlung mit Röntgen oder Radium. Inoperable Fälle gehören bestrahlt, und zwar vorzüglich mit Radium in Kombination mit Röntgen. Ob mit Röntgen allein Heilungen erzielt werden können, erscheint nicht ganz sicher zu sein. Rezidive werden, wenn möglich, operiert, sonst wie inoperable Fälle behandelt. Filterung für Röntgen allgemein 3 mm Aluminium, für Radium Silber, Blei, Nickel, Kupfer. Die angewandten Röntgendosen schwanken zwischen 300 und 1000 x in mehreren Serien, die Radiumdosen zwischen 1000 und 10000 Milligrammstunden. Sellheim gibt bei Uteruskarzinom Röntgenstrahlen 400 x pro Sitzung und Radium alle 14 Tage 22 mg 50—70 Stunden, daneben intravenöse Chemotherapie. In bezug auf die Mammakarzinome stellt Albers-Schönberg die gleichen Forderungen auf wie für die Uteruskarzinome.

Heft 3. Stern: **Über Dosierung der Röntgenstrahlen.** Verf. hat die Meyersche Dosierungsmethode, die nur für eine bestimmte, und zwar die Burgersche Zentraltherapieröhre gilt auf Röhren mit verschiedenen Durchmessern übertragen. Konstant bleibt für jede Röhre die Fokus-Dosimeterentfernung ($^1/_2$ Durchmesser + 2 cm). Geändert wird die Fokushautdistanz. Bestrahlt wird bis die Pastille die Teinte B erreicht. Die Bestrahlungszeit ist also annähernd konstant. In einer Tabelle liest man bequem ab, welche Fokushautdistanz bei dem und dem Röhrendurchmesser nötig ist, um mit Erreichung der Teinte B der Pastille eine Dosis von 2, 4 usw. x zu bekommen. Die Tabelle ist vorläufig nur für die Oberflächenbestrahlung ausgearbeitet, wird aber von der Firma Siemens & Halske auch für Tiefenbestrahlung konstruiert werden. Nonnenbruch (Würzburg).

American Journal of Roentgenology. Dez. 1913.

George E. Pfahler: **Die Röntgenstrahlen bei gynäkologischen Affektionen.** Die Röntgenbehandlung speziell der Fibrome hat den Vorzug schmerzlos zu sein, den Operationsschok auszuschalten, bis zu einem gewissen Grade wenigstens die innere Sekretion zu erhalten, sie hat den Vorzug der Gefahrlosigkeit und kann den Gewohnheiten der Kranken angepaßt werden, da sie ambulant durchführbar ist. Nachteile der Behandlung sind lange Dauer der Therapie, Gefahr der Verbrennung, Kosten.

W. H. Stewart: **Schädelfraktur mit dem Nachweis von Luft in den Ventrikeln.** Kasuistische Mitteilung: Die erste Radiographie hatte eine Fraktur des Stirnbeins am äußeren Rande des Sinus orbitalis nachgewiesen. In der Folge stellten sich Erscheinungen von Hirndruck, Erbrechen, Pulsverlangsamung, Neuritis optica ein. Eine erneute Röntgenaufnahme ließ auf der Platte die Ventrikel deutlich gaserfüllt erscheinen. Die Punktion bestätigte, daß in den Seitenventrikeln neben vermehrter Flüssigkeit Luft vorhanden war. Exitus erfolgte an Meningitis. Die Autopsie wies die Fraktur des Frontale nach, sowie einen Durariß. Es hatte intra vitam Kommunikation der Nase mit den Großhirnhemisphären bestanden, derart, daß bei heftigen Schneuzen Hirnventrikelflüssigkeit durch die Nasenhöhle austreten und Luft aspiriert werden konnte. Durch die nasale Kommunikation war auch die Meningitis veranlaßt worden. (Die Beobachtung der Darstellung der Seitenventrikel auf Grund ihres Luftgehaltes dürfte einzig sein. D. Ref.)

Journal of the Amer. med. Ass. Oktober 1913.

James T. Case: **Die Röntgenuntersuchung der Leber und Gallenwege.** Die Röntgenuntersuchung der Leber muß das Verhalten des Magens (Verschiebungen, Drehungen, Adhäsionen) berücksichtigen. Für die Untersuchung des Leberabszesses ist das Verhalten des Zwerchfelles bedeutungsvoll. Gallensteine sind recht häufig nachweisbar. Bei 1000 Gastrointestinaluntersuchungen waren 40mal Gallensteine feststellbar. C. ist der Meinung, daß bei Vorhandensein von Steinen diese in 40 bis 50% der Fälle nachweisbar sind Notwendig freilich ist es, alle Platten der Lebergegend sorgfältig zu untersuchen. Die Wiedergabe der Steine ist deshalb häufiger als man bislang annahm, weil reine Cholesterinsteine offenbar seltener sind, meist Pigment mit Kalksalzen daneben vorhanden ist. Steinschatten sind natürlich gegenüber Nierensteinen, Rippenknorpelverkalkungen tuberkulöser Nieren, verkalkten Mesenterialdrüsen zu differenzieren Häufig genügt der Nachweis der Schichtung allein für die Diagnose des Gallensteines. Mitunter muß stereoskopisch untersucht werden. Bei dem Vorhandensein von Gallensteinen lassen sich Magenfixation, Pylorusverziehung, Druckpunkte feststellen. Daneben findet sich häufig ausgebildeter Riedelscher Lappen, Verbindung von Leber und Kolon, spastische Kontraktionen des Magens, beschleunigte Entleerung. Ganz selten hat man auch ganz abnorme Lage der Flexur beobachten können. Technisch ist zu berücksichtigen, daß weiche Strahlungen verwendet werden und daß sowohl Klysma- als Mahlzeituntersuchung erforderlich sind.

G. Reese, Satterlee und Leon Theodor Lewald: **100 Fälle von Gastroptose** (water-trap-Stomach). Gastroptose ist nach Glénard Folge von Ernährungsstörungen und hepatischer Diathese, nach Stiller Zeichen allgemeiner Asthenie. Neben der kongenitalen Veranlagung spielt sicherlich die Kleidung, Schnüren usw. eine wesentliche Rolle. Bemerkenswert jedenfalls ist das absolute Überwiegen des weiblichen Geschlechtes. Die Behandlung hat zunächst für zweckmäßige Kleidung Sorge zu tragen, nächstdem die Obstipation zu behandeln. Dabei sollen die Diät entsprechend geregelt, Laxantien mög-



lichst vermieden werden. Stomachica je nach dem Magenbefund, Massage sind nächst dem anzuwenden. Bei hartnäckigen Fällen kommt chirurgisches Eingreifen in Frage, allerdings nur wenn 6 Stunden-Retention vorhanden ist und wenn das medico-diätetische Régime versagt. Die angeborene bzw. früh erworbene Gastroptose wird fälschlich häufig als Magen- oder Duodenalulkus aufgefaßt.

Amer. Journal of Diseases of children. Oktober 1913.

Godefrey R. Pisek und Leon Theodor Lewald: **Studien über Anatomie und Physiologie des kindlichen Magens.** Serienröntgenogramme über das Aussehen und die beschleunigte Magenentleerung bei Säuglingen und kleinen Kindern, deren Einzelheiten an Hand der guten Abbildungen im Original nachzusehen sind. Besonders bemerkenswert erscheint der rasche Übertritt der Ingesta durch den Pylorus. Auch bezüglich des Ablaufs peristaltischer Wellen bestehen erhebliche Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen, indem besonders das Verhalten der Gasblase bei jenen differiert.

Archives of the Röntgen Ray. January 1914.

W. S. Lazarus-Barlow (London): **Die Einwirkung radioaktiver Substanzen und Strahlungen auf normales und pathologisches Gewebe.** Die Radiobiologie betont häufig, daß die Bestrahlung schädlich, zerstörend, entartend wirke. Diese Reaktion tritt aber bei lebendem Gewebe nach einer gewissen Latenzzeit ein. Die Wirkung erfolgt nach der jetzt geläufigen Ansicht vermöge Einwirkung der α- und β-Strahlen, während die X- und γ-Strahlen nur auf Grund der durch sie erzeugten Sekundärstrahlung einwirken. Die Einwirkung auf die Haut und ihre Gebilde ist bekannt. Dagegen weiß man noch nicht, ob Arterien, Venen oder Kapillaren geschädigt werden, ob Nervenbeeinflussung statt hat (die man angesichts der Schmerzstillung annehmen müßte). Leukozyten und Erythrozyten werden durch die Strahlen angegriffen. Bei diesem Verhalten erscheint die Einwirkung der X-Strahlen auf die Milz noch wunderbarer. Die Einwirkung oder Zerstörung auf Keimlinge wird durch die α-Strahlung allein bewirkt, so daß man angesichts des analogen Verhaltens der X-Strahlen wieder an die Wirkung von Sekundärstrahlung zu denken veranlaßt wird. Die Strahlungen vermögen Elektrolyte zu zerlegen und andererseits wieder synthetische Wirkungen zu entfalten. Bezüglich der Einwirkung auf Enzyme, Komplement, Opsonin, Lezithin usw. differieren die verschiedenen Angaben erheblich. Es scheinen Radium, Thorium und Uranium die Amylase des Speichels, sowie Pankreassaft- und Magensaftfermente zu zerstören, während die Wirkung auf Oxydase, Tyrosinase usw. bestritten wird. Wieder sind es die α-Strahlen allein, die wirken. Opsonin wird sicherlich durch die Strahlung bzw. durch Emanation vernichtet. Im Gegensatz zu der Fülle der klinischen Mitteilungen über die Einwirkung der X-Strahlen sind die Laboratoriumuntersuchungen dürftig. Bei der eine Latenzzeit voraussetzenden Einwirkung spielt die verschiedene Empfänglichkeit der verschiedenen Zellen eine Rolle, für die bis jetzt jede Erklärung fehlt. Es entstehen je nach der Dauer der Einwirkung und der Art der Strahlung Störungen im Zellwachstum bis zur Vernichtung. Dabei konnte man gewisse Eigentümlichkeiten neben der Tatsache, daß man mikroskopisch nicht nachweisen kann, wie weit biologisch die Zellen verändert wurden, erkennen. So zeigen z. B. die Gallensteine bei Gallenblasenkarzinom α-Strahlung. Es fehlen nach Bestrahlung mit α-Strahlen die Altmannschen Granula, die ja auch in Karzinomen vermißt werden. Solche Befunde leiten dazu über, die Tatsache der Reizwirkung durch Strahlungen verständlich zu machen. Reizwirkungen werden durch schwache Strahlungen ausgelöst, besonders wenn sie einige Zeit einwirken können. So sind nicht nur Daten bekannt, nach denen Geschwülste nach Bestrahlung rascher wuchsen. Es liegen auch experimentelle Daten über beschleunigtes Wachstum von Sprößlingen, Eiern usw. vor. Dabei laufen ionisierender Effekt und Wachstumsbeeinflussung nicht ohne weiteres einander parallel. Die Hauptrolle scheint dem zeitlichen Moment zuzukommen. Dabei ist die Art, wie die Wachstumssteigerung zustande kommt (durch Beeinflussung des Nährmaterials oder der Kernentwicklung), keineswegs geklärt. Zurzeit fehlt für befriedigende Therapie noch die sichere Grundlage. Bislang ist die Therapie der radioaktiven Substanzen und Strahlungen rein empirisch. Ohne praktische Erfahrung in der Handhabung sind schwere Schädigungen möglich. Die Aufgabe der Zukunft ist es, eine therapeutische Basis festzulegen. C. Klieneberger (Zittau).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Band XXII Ausgegeben am 6. Juni **Heft 2**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1914

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Aus der k. k. Radiumstation des allgemeinen Krankenhauses in Wien (prov. Leiter: Prof. Dr. G. Riehl).

Zur intratumoralen Radiumbestrahlung maligner Geschwülste.

Von

Dr. L. Arzt und Dr. M. Schramek.

(Hierzu Tafel V—VIII.)

Die Behandlung der malignen Geschwülste in ihren zahlreichen Erscheinungsformen steht derzeit gewiß im Vordergrunde des Interesses sowohl der gesamten Ärztewelt als auch des Laienpublikums. Hat schon das Röntgenverfahren mit seiner gerade in jüngster Zeit weit vorgeschrittenen verbesserten Technik das Interesse der weitesten Kreise wachgerufen, so sind es ganz besonders die radioaktiven Körper, die neue Erwartungen auf die Wachstumbeeinflussung der bösartigen Tumoren erweckt haben.

Mit Rücksicht auf den im allgemeinen sehr zurückhaltenden Eindruck, welchen die Radiumdebatte auf der 85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien im Herbste des vergangenen Jahres hervorgerufen hat, wie ja gerade wieder aus jüngst erschienenen Arbeiten hervorzugehen scheint, wurden wir von unserem Chef beauftragt, einerseits über das Schicksal der damals ausführlicher demonstrierten Fälle zu berichten, andererseits aber auch über eine weitere Reihe von behandelten malignen Geschwülsten Mitteilung zu machen. Es bilden diese Fälle aus dem großen Karzinommaterial der k. k. Radiumstation jene Versuchsreihe, bei der hauptsächlich eine intratumorale Bestrahlung vorgenommen worden war. Auch war die Inoperabilität dieser zur Behandlung gekommenen Kranken von chirurgischer Seite meist mehrfach konstatiert worden und verdanken wir sie fast ausschließlich dem liebenswürdigen Entgegenkommen der chirurgischen Kliniken und Abteilungen des allgemeinen Krankenhauses. Schon aus diesen wenigen Bemerkungen ergibt sich, daß wir auf die Frage der Berechtigung der Strahlentherapie bei operablen Tumoren überhaupt nicht eingehen können, da ja der Beginn der Therapie bei den zu besprechenden Fällen erst durch die festgelegte Inoperabilität gegeben war. Ja die meisten der Kranken waren seinerzeit, wie uns aus den freundlichst überlassenen Krankengeschichten hervorgeht, mehrmals operiert worden, so daß es sich meist um rezidivierende Geschwülste gehandelt hat.

Für die intratumorale Bestrahlung wurde eine rigorose Auswahl unter den Patienten getroffen. Vor allem mußten äußere Umstände eine weitgehende Berücksichtigung erfahren. Bei den seinerzeitigen primitiven Verhältnissen der provisorischen Station waren wir von vorneherein genötigt, alle Patienten mit Geschwülsten, die eine besondere Einrichtung oder Wartung und Pflege erforderten, auszuschalten. Unter diesen Umständen wurden nur leicht zugängliche Tumoren, hauptsächlich am Halse, der Bestrahlung zugeführt. Dagegen bildeten selbst ausgesprochene Kachexie, weit vorgeschrittenes Wachstum oder Metastasierung in den benachbarten regionären Drüsen keine Kontraindikation. Wir unterzogen aber vorsichtshalber jene Patienten, bei denen durch den Sitz des Primärtumors der Verdacht auf eventuelle Metastasierung in den Lungen begründet war, noch einer Röntgenuntersuchung, um die Erkrankung dieses Organes auszuschließen. Betont muß auch werden, daß die Therapie unserer Fälle sich nur auf radioaktive Strahlung beschränkte und die medikamentösen Maßnahmen nur allgemein roborierende Mittel betrafen. Chirurgische Eingriffe dienten nur zu dem Zweck,



die Einführung der Radiumträger zu ermöglichen, andererseits wurde aber auch nach Möglichkeit Material zur histologischen Untersuchung und Kontrolle dabei entnommen. Aus diesen Umständen resultiert, daß trotz des so reichhaltigen Krankenmateriales der Station die Zahl jener Fälle, über die wir im folgenden berichten möchten, nur eine relativ geringe sein kann. Erfahrungen über die Beeinflußbarkeit der Geschwülste bei einem Sitz an inneren Organen, vor allem des Magen-Darmtraktes konnten daher bis nun aus diesen äußeren Umständen noch nicht gewonnen werden. Fast allen im folgenden mitgeteilten Fällen liegt eine speziell geübte Technik der intratumoralen Bestrahlung mit Ausnahme des erst berichteten Falles zugrunde, der das weitere Schicksal einer chirurgisch inoperablen Frau betrifft, über die seinerzeit Professor Riehl in seinem Referat „Karzinom und Radium" berichtet hat.

So berechtigt es vielleicht wäre, auf die zahlreichen Arbeiten über die Radiumbehandlung maligner Geschwülste einzugehen, müssen wir doch gleich hier betonen, daß uns dies aus äußeren Gründen ganz unmöglich ist. Um aber doch den derzeitigen Stand unseres Wissens irgendwie zu berücksichtigen, wurden die drei bedeutungsvollsten Mitteilungen über diesen Gegenstand, die Versammlung der deutschen Gynäkologen in Halle, die Tagung der Naturforscher und Ärzte in Wien und die erst jüngst abgehaltene Sitzung der Berliner medizinischen Gesellschaft freilich auch nur auszugsweise berücksichtigt. Ausgehend von der Erwägung, daß diesen Veröffentlichungen mit ihren Diskussionen, bei der eine größere Anzahl von Forschern über ihre Ansichten berichteten, eine weitgehendere Bedeutung als einer einzelnen Arbeit zukommt, sind wir auf dieselben eingegangen und sind uns aber der Lückenhaftigkeit unserer Literaturangaben, bezüglich deren wir um Entschuldigung bitten, voll und ganz bewußt.

Einen unzweifelhaft mächtigen Impuls hat die Strahlentherapie der malignen Tumoren durch die Tagung der deutschen Gynäkologen im Frühjahr des vergangenen Jahres erhalten. Wie Döderlein in seinem kritischen Bericht über diesen Kongreß erwähnt, kommt den Mitteilungen über diese Behandlungsmethoden aus drei getrennten Arbeitsstätten bei der Unmöglichkeit einer vorausgegangenen Verständigung eine besondere Bedeutung zu. Ist vielleicht auch die von Krönig ausgesprochene Hoffnung, „daß der Krebs ohne Anwendung des Messers und viel zuverlässiger als durch dieses geheilt werden kann", noch nicht in Erfüllung gegangen, so haben doch die Gynäkologen, ankämpfend gegen die allseitig herrschende Abneigung und Skepsis der operationslosen Karzinombehandlung aufs neue das Interesse für die Strahlentherapie wachgerufen.

Bumm berichtete als erster über seine Erfahrungen; gleichzeitig erwähnt er die schon vorher geübte Radiumbestrahlung maligner Geschwülste und weist auf Differenzen der derzeit geübten Methode mit ihren gegen früher außerordentlich großen Dosen hin. Der günstige Einfluß von 10000—15000 Milligrammstunden durch den Schwund karzinomatöser Massen, dem Aufhören der Jauchung und Blutung sich dokumentierend, wird an Bildern und Skizzen derartig behandelter Fälle von Uteruskarzinomen demonstriert. Der Nachweis von proliferierendem Karzinomgewebe in tiefen Schichten einzelner nach der Behandlung exstirpierter Uteri erlaubt es natürlich nicht, von Heilungen zu sprechen und warnen auftretende Verschorfungen und Gangränen vor einer planlosen exzessiven Mesothoriumbestrahlung.

Krönig konnte bereits über weiter zurückliegende Versuche berichten. Er arbeitet ebenfalls mit sehr großen Quantitäten von Mesothorium und tritt besonders für die Wirksamkeit der harten β- und γ-Strahlen ein, die nur in die Tiefe penetrieren und, spezifisch wirkend, das gesunde Gewebe nicht schädigen.

Döderlein konnte ebenfalls über die Einwirkung der radioaktiven Präparate auf das Karzinomgewebe berichten und lauten seine Mitteilungen recht günstig. Das Hauptgewicht auf die pathologisch-anatomische und mikroskopische Untersuchung legend, kann er an der Hand zahlreicher Abbildungen den Beweis für die Einwirkung auf die Lebensfunktionen der Krebszellen erbringen.



Anläßlich der 85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien im Herbste 1913 war das Thema Karzinom und Radium, das ja durch die Mitteilung der deutschen Kollegen in Halle an Aktuelität gewonnen hatte, zum Referat gewählt worden.

Über das Referat aus unserer Station, von Professor Riehl erstattet, glauben wir uns um so mehr kurz fassen zu dürfen, da sich einerseits die gedruckten Leitsätze in den Händen der so zahlreichen Teilnehmer befanden, andererseits wir uns genötigt sehen werden, gerade auf diese zwar aus äußeren Gründen überaus kurz gehaltenen aber nach unserer Meinung inhaltsreichen Thesen im Verlaufe dieser Arbeit noch einmal einzugehen.

Das von chirurgischer Seite durch Professor Ranzi und Dr. Sparmann erstattete Referat, das eine weitere Ergänzung noch durch Schüller und eine spätere Mitteilung Sparmanns in der Wiener klinischen Wochenschrift erfuhr, wurde hauptsächlich auf Grund klinischer Beobachtungen an karzinomkranken Patienten aufgebaut. Naturgemäß drängte sich dem Chirurgen vor allem die schon in Halle vielleicht allzu sanguinisch erledigte Frage auf, ob auch die Radiumbestrahlung operabler Tumoren als angezeigt und berechtigt zu betrachten sei.

Da die Referenten derzeit die Berechtigung der Strahlentherapie operabler Fälle nicht anerkennen können, wurden ausschließlich inoperable Fälle behandelt. Im ganzen wurden 53 Fälle maligner Tumoren der Radiumtherapie zugeführt, von denen aber nur 36 als zu verwertende Fälle bezeichnet werden. 7 von diesen erwiesen sich sehr bald als vollkommen aussichtslos, teils weil die Tumoren während der Behandlung rasch weiterwuchsen und Metastasen setzten, teils weil wegen der Gefahr der Arrosion eines großen Gefäßes die Behandlung abgebrochen werden mußte. Bei den mit großen Radiumdosen behandelten Fällen kamen zwei während der Therapie ad exitum, während bei zwei Fällen keine Beeinflussung des Geschwulstwachstums bemerkbar war.

Gegenüber diesen negativen Ergebnissen konnte immerhin „ein Verschwinden eines Ca-Knotens unter der Radiumbehandlung in 3 Fällen“, in 11 Fällen aber „ein deutlich günstiger Einfluß“ der Radiumstrahlen konstatiert werden.

Ohne weiterhin auf die genaueren Zahlen der Arbeit eingehen zu wollen, erscheint es uns bedeutungsvoller, ihre auf Grund dieser Beobachtungen gewonnenen Ansichten zu bringen. Die Autoren betonen ihren gegensätzlichen Standpunkt gegenüber den Gynäkologen bezüglich der elektiven Wirkung, den sie dahin zusammenfassen, daß sie sich in keinem einzigen ihrer Fälle von derselben wenigstens klinisch überzeugen konnten. Nach ihrer Ansicht sind die Schwellenwerte zwischen elektiver Wirkung und lokaler Schädigung bei intensiver Bestrahlung außerordentlich geringe, so daß die nekrotisierende Wirkung oftmals über das Geschwulstgewebe sich erstreckt. Unter den lokalen Schädigungen erwähnen sie besonders die Verbrennung, eine eventuelle Perforation in Nachbarorgane mit nachfolgender Infektion und die Blutung. Dieselbe haben sie relativ häufig — in fünf Fällen — beobachtet und, wie besonders hervorgehoben wird, haben sie auch eine Karotis-Arrosion bei histologischem Freisein der Gefäßwand von Tumorelementen erlebt.

Wichtig erscheint uns fernerhin ihre Beobachtung, daß bei zentraler Zerstörung einer Geschwulst eine Proliferation der Randpartien eintreten kann. Sie erklären diesen Umstand mit einer eventuellen Reizwirkung infolge Abschwächung der Strahlen durch die Entfernung. Zusammenfassend resümieren sie ihre Resultate dahin, daß das Endergebnis ein recht unbefriedigendes ist.

Von seiten der Gynäkologen hatte Professor Wertheim das Referat übernommen. Dem von ihm beobachteten Materiale lagen Fälle zugrunde, welche mit großen Dosen und starker Filterung der Bestrahlung unterzogen worden waren. Im ganzen wurden 19 Fälle einer Radiumtherapie zugeführt, drei weitere waren mit Mesothorium behandelt worden. Von der ersten Gruppe waren neun nach klinischer Ansicht operabel, die gleiche Zahl inoperabel, während eine Patientin in dieser Hinsicht als Grenzfall bezeichnet werden muß. Von den operablen Fällen wurden mit Ausnahme von zweien, die schwere Schädigungen lokaler Natur aufwiesen, bei sieben Patientinnen die erweiterte abdominelle Operation ausgeführt.



Nach Wertheims Beobachtungen konnte in allen Fällen eine Beeinflussung des Uteruskrebses klinisch, makroskopisch und mikroskopisch festgestellt werden. Dieselbe ergab aber nur bei oberflächlichen — wie Wertheim sagt — exophytischen Geschwülsten totales Verschwinden, während er eine Tiefenwirkung vermißt. Bei der geübten Technik waren bemerkenswerte lokale und allgemeine Schädigungen in einer Reihe von Fällen zu konstatieren. Auch er spricht sich im Gegensatze zu den Mitteilungen der Gynäkologen in Halle dahin aus, daß „die operative Behandlung nicht voreilig zu diskreditieren sei, da sie ja doch bisher die weitaus sicherste Heilungsmethode darstelle".

In einer gleichfalls für die Tagung als Vortrag gedachten Arbeit teilt Schauta die Erfahrungen der ersten Frauenklinik mit. Er betont vor allem die glänzende lokale Wirkung und die elektive Beeinflussung des karzinomatösen Gewebes. Irgendwelche lokale Schädigungen wurden nicht gesehen, doch traten mitunter relativ schwere Allgemeinerscheinungen auf. Bei streng individualisierender Behandlung wurden nur inoperable Fälle der Strahlentherapie zugeführt. Ja selbst unter den letzteren wird noch eine weitere Einschränkung vorgenommen. Schauta bediente sich meist Dosen zwischen 40—50 mgr Radium, die er zu mehrtägiger Bestrahlung mit eingeschalteten Pausen verwendete. Auch einer eventuellen postoperativen Strahlentherapie spricht er das Wort.

Eine dritte Diskussion, auf die wir wenigstens auszugsweise kurz hinweisen möchten, fand erst in allerjüngster Zeit am 3. Dezember in der Berliner medizinischen Gesellschaft statt. Im Vordergrunde des Interesses standen die Mitteilungen Bumms, der schon, wie früher erwähnt, gelegentlich der Hallenser Tagung über die Ergebnisse der Bestrahlungstherapie der Karzinome berichtet hatte. Bumm vertrat schon damals einen vorsichtigen Standpunkt, dessen Richtigkeit auch in den folgenden Veröffentlichungen sich bestätigte, und aus seiner jüngsten geht die erfreuliche Tatsache hervor, daß er, wie er selbst sagt, „was die örtliche Einwirkung der Radium- und Mesothoriumstrahlung auf das Karzinomgewebe anlangt, von dem damals Gesagten kein Wort zurückzunehmen" genötigt ist. Neben dieser örtlichen Einwirkung, die sich nach Bumms Messungen sicher bis in eine Tiefe von $2^1/_2$ cm am geschrumpften Präparat gemessen erstreckt und eine „völlige Austilgung der Karzinomwucherung" bewirkt, konnte er aber „über 4 cm hinaus im Parametrium trotz Verabreichung exzessiv großer Strahlenmengen noch lebensfrisches Karzinomgewebe in Herden von Erbsen- bis Kirschengröße finden. Ebenso sind in Entfernungen von 5 cm und mehr die krebsig infizierten Lymphdrüsen unbeeinflußt geblieben". Aus diesen kurzen Zitaten Bumms kann wohl mit Berechtigung der Schluß gezogen werden, daß er vor allem für die lokale Wirkung des Radiums eintritt.

Diese lokale Wirkung der Bestrahlung auf das Krebsgewebe, die nach Bumms Meinung etwas Wunderbares ist und bleiben wird, kann aber keineswegs, was auch aus unseren Fällen und Präparaten hervorgehen wird, mit den bekannten Wirkungen der Ätzmittel und des Glüheisens auf eine Stufe gestellt werden.

Die spezifische elektive Wirkung der Radiumstrahlung auf das karzinomatöse Gewebe ist nach Bumms Meinung nicht aufrecht zu erhalten. Nach seiner Ansicht ist nicht ein qualitativer sondern ein quantitativer Unterschied in der Einwirkung auf die verschiedenen Gewebsarten nachzuweisen.

Die schädlichen Nebenwirkungen der Bestrahlung erörtert Bumm ziemlich ausführlich und begründet dies mit den nach seiner Meinung diesbezüglich geringen Erfahrungen, die in dieser Richtung hin vorliegen und mit den zu kurz gefaßten Angaben darüber. Vor allem aber zieht er die lokalen Schädigungen in das Bereich seiner Betrachtung, so die Schwielenbildungen und Nekrosen und die dadurch bedingten Störungen der benachbarten Organe (Rektum, Blase).

Von allgemeinen Störungen erwähnt er in erster Linie das Fieber und die damit verbundene Appetitlosigkeit, Mattigkeit und progressive Anämie.



Eingehend verbreitert sich auch Bumm über die Technik der Bestrahlung, wobei drei Momente von ausschlaggebender Bedeutung sind, die Dosierung, die Zeit der Einwirkung und die Filterung. Möglichst große Dosen in Anwendung zu bringen, hält er für inopportun und schädlich und warnt er wegen den schweren eventuell eintretenden Störungen davor. „50 bis 100 mgr“ bezeichnet er als regelmäßige Einzeldosis.

Die Zeit der Bestrahlung beschränkt sich bei Verwendung dieser Dosen auf 6—12 Stunden, aber immer unter Berücksichtigung der lokalen und allgemeinen Reaktionen.

Die seinerzeit vom gleichen Autor, wie schon erwähnt, ganz besonders warm am Hallenser Kongreß empfohlene Bleifilterung wurde fallen gelassen und eine solche aus Messing oder Aluminium vorgeschlagen. Besonders günstig erwies sich mitunter die Vermeidung des direkten Kontaktes mit dem Gewebe durch dazwischen geschaltetes Horn, Zelluloid oder dichte Wattelagen.

Ganz besonders warm tritt Bumm auch für die Röntgenbehandlung der malignen Geschwülste ein, auf die näher einzugehen, unserem Thema fernliegt.

In der an den Vortrag sich anschließenden Diskussion wurden von Lazarus neben anderem auch die intratumorale Bestrahlung ausführlich besprochen. Er übte dieses Verfahren mit schwach gefilterten Radium- oder Mesothoriumröhrchen und nennt es Radium- oder Tunnelkreuzfeuer. Dieses Verfahren verbindet er mit einer stark gefilterten Bestrahlung von der Oberfläche her.

Auf Grund von Tierversuchen konnte er einerseits die Heilwirkung des Radiums demonstrieren, andererseits aber auch das rapide Aufschießen von Tiergeschwülsten zeigen. Besonders tritt er für eine „initiale Radikalbestrahlung“ ein, die möglichst kräftig und langdauernd besonders die Rand- und Tiefenschichten des Tumors treffen soll. Auch warnt er vor der Anwendung der Bleifilter, da Blei das ungeeigneteste Material ist und die meisten Sekundärstrahlen erzeugt. Tritt zwar Lazarus für eine „initiale Radikalbestrahlung“ ein, so ist doch bei einer Maximalbestrahlung der rapide Zerfall des Karzinoms wegen der Resorption toxischer Eiweißprodukte nicht gleichgültig.

Von Interesse ist auch die Mitteilung Bickels, unter dessen Karzinommaterial die Strahlenwirkung in keinem Falle versagte und der den Wert der „postoperativen präventiven Bestrahlung“ hervorhebt. Über Radiumschädigungen sprechen unter anderen Rosenstein und Alexander, welch letzterer die von Wertheim mitgeteilten Schädigungen auf die Wirkung zu großer Dosen zurückführt.

Weiterhin möchten wir aus der Diskussion noch die Bemerkung Koblanks hervorheben, der die Sekundärstrahlen nicht fürchtet und ihre Wirkung für eventuell nützlich hält.

„Als einen dauernden Heilfaktor“ in der Behandlung des Krebses bezeichnet Pinkus die Strahlentherapie, die er gegebenen Falles namentlich bei jüngeren Leuten mit der Operation kombiniert. Auch er legt Gewicht darauf, Reizdosen des Radiums zu vermeiden und wendet aus diesem Grunde höchstmögliche Strahlungsintensitäten an. Durch Anwendung von Messingfiltern und Bestrahlung in gewissem Abstand sucht er, Schädigungen von Seite der Sekundärstrahlung zu verhindern. Auch Händly, der erst in jüngster Zeit die elektive Wirkung des Radiums auf Keimzellen in eine Reihe von Versuchen feststellte, warnt vor zu geringen Dosen wegen der vermehrten Wachstumtendenz und gibt technische Bemerkungen für die Tiefenbestrahlung.

Den zur Verwendung kommenden Filtern legt Sticker eine große Bedeutung bei wegen der eventuell entstehenden Brandwunden.

Bleifilter, besonders in Verbindung mit solchen aus Aluminium, zeigen sich nach Gauß allen anderen Versuchen überlegen und hat er bei seinen Fällen keine Schädigungen beobachtet. Von Bedeutung ist seine Mitteilung, daß auf hohe Röntgendosen schlecht reagierende Fälle oft gut durch Radium und Mesothorium zu beeinflussen sind.

Von der Bestrahlung operabler Fälle warnt Fränkel, und auch v. Bardeleben will erst



durch eine Operation Raum für eine folgende Radiumbestrahlung schaffen. Im gleichen Sinne sind die Mitteilungen Biers gehalten, der zwar Erfolge mit der Radiumbehandlung sah, aber dafür eintritt, keinen operablen Fall mit Radium zu behandeln.

Wir glauben, die Mitteilung über diese weittragende Diskussion, die wir nur lückenhaft und auszugsweise hier streifen konnten, nicht schließen zu sollen, ohne auf einen der Referenten, Bumm, noch einmal zurückzukommen, aus dessen Worten, „daß die Zukunft in der Krebstherapie der Bestrahlung gehört", die Bedeutung der besprochenen Fragen am besten hervorgeht. Auch tritt er nochmals für die Bestrahlung auch operabler Fälle ein, allerdings mit der Einschränkung der oft bestehenden hohen Operationsgefahr und eventuellen späteren Operation.

Da es immerhin von Interesse sein dürfte, über das Schicksal wenigstens eines Teiles jener Patienten zu hören, die der Anlaß für die so weittragenden Mitteilungen in Halle waren, möchten wir zum Schlusse auf eine in allerjüngster Zeit erschienene Arbeit Döderleins und v. Seufferts eingehen. Obwohl wir nur jene drei bedeutungsvollen Diskussionen aus dem großen Thema Radium und Karzinom auszugsweise streifen wollten, glauben wir gerade diese Arbeit nicht übergehen zu sollen, da ja einer der beiden Autoren auch schon in der Berliner Diskussion das Wort ergriff.

Dem Bericht liegen 180 Fälle zugrunde, die freilich eine hohe Mortalitätsziffer aufweisen, die aber gerade dadurch, daß es sich weitaus in der Mehrzahl um inoperable Fälle handelt, eine entsprechende Beurteilung finden muß. Exzessives Vorgeschrittensein des karzinomatösen Prozesses, ja selbst Aussichtslosigkeit bildete keinen Anlaß, den Fall der Strahlentherapie zu entziehen. Bei 31 Fällen von sichergestelltem Karzinom konnte durch die Mesothoriumbehandlung erzielt werden, „daß zurzeit weder subjektiv noch objektiv irgendwelche Karzinomerscheinungen vorhanden sind". Die Bedeutung dieser Zahl wird aber durch den Umstand, daß unter diesen 31 12 Fälle waren, die vom klinischen Standpunkte als inoperabel angesehen werden mußten, noch erhöht.

Auch sie betonen die Mißerfolge, die auch der mit Mesothorium Arbeitende leider erleben wird, Mißerfolge, die aber nicht von der Arbeit abhalten, sondern zu gemeinsamer energischer Tätigkeit anspornen sollen.

Aus diesen wenigen mitgeteilten Ansichten der verschiedenen Autoren kann man bereits trotz der relativ kurzen Zeit eine Wandlung und vielfach auch eine Änderung der Meinungen erkennen. Gegenüber manchen absprechenden Urteilen, welche über die Karzinomdebatte gelegentlich der Naturforscherversammlung in Wien gefallen sind, möchten wir auf die Leitsätze Riehls hinweisen und zwar aus dem Grunde, weil eine Durchsicht der in der letzten Zeit besonders reichen Literatur sie doch wesentlich bestätigt hatte. Alle diese Arbeiten hier zu berücksichtigen, würde zu weit führen und wir haben diesbezüglich schon um Nachsicht gebeten. Aber auch schon der kurze Auszug aus der Berliner Tagung bestätigte in allen Hauptpunkten die damals vertretenen Leitsätze. Daß dieselbe keine weitgehende Beachtung fanden, dürfte wohl daran gelegen sein, daß es bei der Kürze der Zeit nicht möglich war, die von Riehl vertretenen Anschauungen entsprechend ausführlich zu begründen. Die Fülle der vorgemerkten Redner erforderten eine weitgehende Einschränkung und soll gerade die vorliegende Arbeit einen teilweisen Beitrag in dieser Hinsicht vorstellen.

Dieser kurze Rückblick auf die drei Verhandlungen in Halle, Wien und Berlin und insbesondere der Vergleich der Ergebnisse der beiden letzten Tagungen dürfte wohl genügen, um sich einen allgemeinen Überblick über die Radiumbehandlung maligner Tumoren zu verschaffen und müssen wir bezüglich mannigfacher Detailfragen auf die so zahlreichen Arbeiten verweisen.

Im folgenden sollen nun die Krankengeschichten der einzelnen, ausgewählten an der k. k. Radiumstation behandelten Fälle mitgeteilt werden.

I. B. E., 40 Jahre alt, Beamtensgattin.
Klinische Diagnose: Carcinoma mammae recidivans permagnum.
Am 23. Juli überwiesen von der Klinik Hochenegg.



Anamnese: Keine Kinderkrankheiten. Mit 18 Jahren Gelenksrheumatismus. Beginn der Erkrankung im Jahre 1908. Auftreten eines erbsengroßen Tumors in der linken Brust. Da die histologische Untersuchung Ca ergab, wurde die Ablatio mammae und Drüsenausräumung in einem Wiener Spital vorgenommen. Nach sechs Wochen wurde die Pat. geheilt entlassen und war bis April beschwerdefrei. Damals trat eine kleine Schwellung am Brustbein auf, die vom behandelnden Arzte als nicht operabel angesehen wurde. Arsenkur.

Später rasches Wachstum, daher im September 1912 ein neuerlicher Eingriff, bei dem ein beträchtlicher Tumor am Brustbein entfernt wurde, langsame Heilung mit reichlicher eitriger Sekretion. Schon während des Heilungsverlaufes Induration der Wundränder. Im Jänner 1913 traten kleine Tumoren in der Bauchhaut auf. Im März 1913 Beginn der Röntgenbestrahlung, und zwar intensive Tiefenbestrahlung jeden dritten Tag. Zugleich intern Radiumemanation und Zellersches Silizium. Mitte Mai Aufbruch des Tumors unter heftigem Fieber und seither große Mattigkeit und allgemeiner Kräfteverfall (Gewichtsabnahme in drei Wochen 8 kg).

Wegen zunehmender Beschwerden wurde die Pat. am 17. Juni 1913 auf die Klinik Hochenegg aufgenommen. Die Untersuchung ergab folgenden Befund: Thorax: Über dem Manubrium besteht ein gut zwei Handbreiten sich erstreckender, ca. 4 cm hoher, knotenförmiger, exulzerierter Tumor, der auf der knöchernen Unterlage unverschieblich aufsitzend, auf einen noch größeren Bezirk die Haut unterminiert hat. Die Ränder sind aufgeworfen und gut 1—2 cm breit. Der Geschwürsgrund zeigt eine höckerige Oberfläche, wenig entzündlichen Belag, geringe Empfindlichkeit.

18. VI. 1913. Operation an der Klinik Hochenegg. Exkochleation des überaus morschen, stark blutenden Gewebes. Abtragung der infiltrierten Randpartien. Entnahme zweier Scheiben zur mikroskopischen Untersuchung.

24. VI. 1913. Radiumbehandlung während der Nacht.

25. VII. 1913. Pat. hustet, links besteht ein hochgradiger Hydrothorax.

Die Radiumbehandlung in der Nacht wird weiterhin an der Klinik Hochenegg fortgesetzt und am 2. Juli 1913 die Pat. ungeheilt entlassen.

Am 23. Juli des gleichen Jahres tritt die Pat. in Behandlung der k. k. Radiumstation.

Zur Ergänzung des an der Klinik Hochenegg erhobenen Befundes mögen folgende Daten dienen.

In der Medianlinie, fast symmetrisch gelegen, findet sich ein über zweimannsfaustgroßer, harter Tumor mit sehr harten, aufgeworfenen Rändern und deprimiertem, kraterförmig eingefallenem Zentrum. Der Tumor erstreckt sich von der zweiten bis zur sechsten Rippe und reicht beiderseits handbreit über die Medianlinie hinaus. Sowohl das Zentrum als auch die Ränder der Geschwulst sind mit schmutzigen, graugrünen Massen belegt. Die Geschwulst ist gegen die Tiefe vollständig unverschieblich. Unter dem linken Rippenbogen tastet man zwei ca. haselnußgroße Geschwülste, die gegen die Haut unverschieblich sind. In der rechten Achselgrube eine harte walnußgroße Drüse. Dabei allgemeine Kachexie, Hinfälligkeit, völlige Appetitlosigkeit und Erbrechen.

In diesem desolaten Zustande wurde am 24. Juli die Radiumtherapie, trotzdem für dieselbe wohl sehr schlechte Aussichten vorhanden waren, eingeleitet.

Um sich über die Intensität der Bestrahlung ein auch nur teilweises Urteil bilden zu können, sind wir genötigt, eine Beschreibung jener Träger der k. k. Radiumstation in aller Kürze zu geben, die bei der Patientin und bei den noch zu besprechenden Fällen in Anwendung kamen. Unsere Angaben sollen hier nur eine teilweise Orientierung geben, und zwar bezüglich des Gehaltes an Radiummetall und der Form der Träger. Eine ausführliche und detaillierte Beschreibung wird noch seinerzeit erfolgen.

Sämtliche in dieser Arbeit verzeichneten Träger sind, soweit es sich nicht um Dominiziröhrchen handelt, die mit dem unveränderten Radiumsalz gefüllt sind, in der gleichen Weise hergestellt. Dieselben enthalten das Radiumsalz in einer Lackmasse gleichmäßig verteilt in einem Metallrahmen eingeschlossen und sind mit einer 0,02 dünnen Glimmer- oder 0,007 mm dünnen Silberplatte bedeckt.

	Träger	6	enthält	8.2	mgr Radiummetall,
	„	7	„	15.7	„ „
	„	8	„	16.6	„ „
	„	27	„	15	„ „
	„	28	„	15	„ „
	„	29	„	30	„ „
	„	43	„	20	„ „
Runder	„		„	15	„ „



Die Numerierung der Träger dient als Kontrolle und zur Orientierung für den internen Verkehr. Alle erwähnten Träger besitzen eine rechteckige oder quadratische Fläche mit Ausnahme des letzten der ausdrücklich als „runder Träger" bezeichnet wurde.

Die Bestrahlungen wurden, da die Apparate im Ausleihverkehr der k. k. Radiumstation sich befinden und meist während der Wochentage entliehen sind, vorwiegend zur Nachtzeit oder auch an Sonntagen vorgenommen. Dabei wurde die Behandlung in der Weise geleitet, daß die Träger nebeneinander und zwar zunächst in der Peripherie aufgelegt wurden und erst, nachdem der ganze Umkreis auf diese Weise abgesucht wurde, kamen die zentraler gelegenen Partien zur Behandlung. Im Großen zerfiel die Therapie im erwähnten Falle in eine Hauptbestrahlung, die bis Ende August dauerte, an welche nach einer 12 tägigen Pause noch eine schwächere Nachbestrahlung angeschlossen wurde.

Die Hauptbestrahlung wurde in zwei Zyklen vorgenommen. Bei den ersten fünf Applikationen, welche bis zum 31. VII. sich erstreckten, wurde zuerst eine **Randbestrahlung** ohne weitere Filterung angewendet und waren die Träger, nur in **Guttapercha**, was in der Radiumstation schon aus Reinlichkeitsgründen allgemeiner Gebrauch ist, eingehüllt, direkt aufgelegt worden. Beim zweiten Zyklus kam eine Filtrierung mit 3 mm Blei in Anwendung. Die Bestrahlungszeiten und die angewandten Träger sind folgende:

Datum	Bestrahlungszeit	Träger	Stundenzahl
1. 24. Juli bis 25. Juli	6^h abends bis 12^h mittags	Nr. 29, 27, 28, 43	18
2. 25. „ „ 26. „	7^h abends bis 12^h mittags	Nr. 29, 27, 28	17
3. 27. „ „ 28. „	7^h abends bis 3^h nachm.	Nr. 6, 27, 43	20
4. 28. „ „ 30. „	3^h nachm. bis 7^h früh	Nr. 6, 27, 43	40
5. 30. „ „ 31. „	11^h vorm. bis 10^h vorm.	Nr. 27, 43	23
			118
Filterung mit 3 mm dickem Blei:			
1. 31. Juli bis 1. August	10^h vorm. bis 10^h vorm.	Nr. 27, 29, 43	24
2. 1. August bis 2. August	2^h nachm. bis 9^h früh	Nr. 28, 29, runder Träger	19
3. 2. August bis 4. August	10^h vorm. bis 9^h früh	Nr. 27, 28, 43	47
4. 4. August	10^h vorm. bis 4^h nachm.	Nr. 27, 28, 43, rund. Träger	6
5. 4. August bis 5. August	7^h abends bis 5^h nachm.	Nr. 27, 28, 29, 43, r. Träger	22
6. 9. August bis 11. August	8^h abends bis 9^h,30 früh	Nr. 27, 28, 29, 43	37 1/2
7. 11. August	10^h vorm. bis 3^h nachm.	runder Träger	5
Metastase am Bauch.			
8. 11. August bis 12. August	8^h abends bis 4^h nachm.	Nr. 27, 28, 29, 43	20
9. 12. August	4^h nachm. bis 7^h abends	Nr. 27, 28, 29, 43	3
10. 12. August bis 13. August	7^h abends bis 9^h früh	Nr. 27, 28, 29, 43	14
11. 13. August bis 14. August	9^h früh bis 9^h früh	Nr. 27, 28, 29, 43	24
12. 20. August	10^h vorm. bis 8^h abends	Nr. 27, 29, 43	10
13. 23. August bis 24. August	7^h früh bis 7^h früh	Nr. 27, 28, 29, 40	24
14. 25. August		Nr. 27, 28, 29, 43	10
15. 29. August		Nr. 28 am Bauch	10
			275 1/2

Die kurz nach dem ersten Zyklus sich darbietenden Veränderungen sind aus der beigegebenen Photographie erkennbar. (Bild 1.)

Ohne auf Details näher einzugehen, möchten wir auf die besonders am Rand der Geschwulstpartien ersichtlichen Wirkungen des Radiums lokaler Natur hinweisen. Durch die zustande gekommenen Nekrosen wird direkt ein Bild der in Verwendung gestandenen Träger gegeben.

Die Therapie erwies sich, wie vorauszusehen, auch bezüglich des Allgemeinbefindens keineswegs als indifferent. So steigerten sich die Beschwerden von Seite des Magendarmtraktes besonders gegen Ende der Bestrahlung. Die Nahrungsaufnahme war nur sehr spärlich und mit großen Schwierigkeiten verbunden. Die allgemeine Schwäche hatte zugenommen, ohne daß es aber zu weitgehenden Veränderungen des stets kontrollierten Blutbildes gekommen wäre.

Nach zwölf Tagen wurde, wie schon kurz erwähnt, eine neuerliche Bestrahlung begonnen, die sich vorwiegend auf die Randpartien des Tumors erstreckte und deren Zeiten aus dem Folgenden ersichtlich sind.

Datum	Bestrahlungszeit	Träger	Stundenzahl
1. 9. Sept bis 10. Sept.	8h abends bis 9h früh	Nr. 9	13
2. 10. Sept. bis 11. Sept.	10h früh bis 9h früh	Nr. 29	23
3. 11. Sept.	9h früh bis 4h nachm.	Nr. 29	7
4. 11. Sept. bis 12. Sept.	7h abends bis 8h,30 früh	Nr. 29	13½
5. 12. Sept. bis 13. Sept.	8h abends bis 8h früh	Nr. 27, 29	12
6. 13. Sept. bis 14. Sept.	8h abends bis 9h früh	Nr. 27	13
7. 14. Sept. bis 15. Sept.	7h,30 abends bis 8h früh	Nr. 27, 29	12½
8. 15. Sept. bis 16. Sept.	7h abends bis 7h früh	Nr. 29	12
9. 16. Sept. bis 17. Sept.	7h abends bis 9h früh	Nr. 7, 8	14
10. 17. Sept. bis 18. Sept.	7h abends bis 7h früh	Nr. 7, 8, 43	12
11. 18. Sept. bis 19. Sept.	8h abends bis 7h abends	Nr. 43 runder Träger	23
			155

Auch bei dieser Nachbestrahlung erwies sich die Geschwulst als günstig beeinflußbar, was aus dem Rückgang der Geschwulst ersichtlich war.

Die aus dem nach der ersten Hauptbestrahlung angefertigten Bilde ersichtlichen Nekrosen schritten vor und stießen sich teilweise ab, so daß die Geschwulst an Größe abnahm. Eine Epithelisierung auch der Randpartien war nicht zu bemerken. Auf Wunsch ihrer Familie verließ die Patientin in diesem keineswegs befriedigenden Zustand das Spital.

Durch die Güte des behandelnden Hausarztes Dr. Preissecker hatten wir Gelegenheit die Patientin zu Beginn des Jahres 1914, also fünf Monate nach der Behandlung zu sehen und einer neuerlichen Untersuchung zu unterziehen. An Stelle des Karzinoms fand sich eine ungefähr klein handtellergroße, granulierende Wunde, an derem Grunde aber noch die seinerzeit resezierten Rippen, von Periost entblößt, freilagen. Die Ränder zeigten sich vollkommen epithelisiert und mit einer zarten, dünnen, fast normalen Haut bedeckt. Sie fühlten sich dabei vollkommen weich an und konnten Karzinomreste makroskopisch nicht erkannt werden. Auch die schon in der Krankengeschichte erwähnten Tumoren unterhalb des Rippenbogens erwiesen sich verändert. Sie waren gegen die Haut und die Unterlage gut verschieblich, hatten eine sehr scharfe, rundliche Begrenzung und fühlten sich derb an. In gleicher Weise waren auch die rechtsseitigen axillaren Drüsen wesentlich beeinflußt, wobei zu betonen ist, daß dortselbst eine Bestrahlung nicht stattgefunden hatte. Bezüglich der übrigen Veränderungen verweisen wir auf die beigegebene Abbildung, an der im Vergleich mit der ersten Aufnahme die deutliche lokale Beeinflussung ersichtlich ist. (Bild 2.)

Obwohl aus dem Bilde noch deutlich die schwere Kachexie der Kranken ersichtlich ist, so muß dieser Fall, der eigentlich als aussichtslos in die Behandlung der k. k. Radiumstation gelangte, doch wegen der ganz auffälligen lokalen Besserung besonderes Interesse hervorrufen.

Über die Beeinflußbarkeit metastatischer Lymphdrüsen infolge der Bestrahlung des primären Tumors können wir derzeit nur auf Grund klinischer Untersuchung berichten und möchten diesbezüglich, da die histologische Untersuchung fehlt, derzeit noch kein Urteil abgeben.

Am 14. VIII., also drei Tage nachdem die Bestrahlung des Tumors am Manubrium sterni beendet war (siehe Bestrahlungstabelle), wurde bei der Patientin die erste Probeexzision vorgenommen. Dieselbe ergab ein Adenokarzinom. Die oberflächlichsten Partien der exzidierten Partie bestehen nur aus Bindegewebe — die Epidermis, Kutis, die Subkutis fehlt selbstverständlich —, das aber an den zutage liegenden Stellen vollständig nekrotisch geworden und von Kerntrümmern durchsetzt ist. Erst in den tieferen Schichten kann man wieder in ihrer Form erhaltene Bindegewebsbündel erkennen. Diese schließen die karzinomatösen Anteile, die sich aus großen sehr polymorphen Zellen zusammensetzen, wie in Alveolen ein. Wenn es auch schwer ist, ein Urteil bezüglich dieser epithelialen Elemente mit Rücksicht auf die vorangegangene Radiumbestrahlung abzugeben, da Vergleichspräparate vor der Bestrahlung nicht in unserem Besitze sind, so dürfte die doch vereinzelt zu beobachtende Vakuolisierung und außerordentliche Größenzunahme mancher Zellkerne, ferner die reichlichen atypischen Mitosen darauf zurückzuführen sein.

Eine kurze Zeit später vorgenommene Exzision ließ überhaupt nur mehr nekrotische Massen und zugrunde gegangene Bindegewebsfasern erkennen. Aus dem Fehlen karzinomatöser Partien in derselben soll aber keineswegs der Schluß, daß es sich etwa um eine Heilung handle, gezogen werden.

Leider war es bisher nicht möglich, eine neuerliche Exzision vorzunehmen, da die Patientin ihre Einwilligung nicht gab.



Alle Fälle, über die weiterhin berichtet werden soll, gehören jener Gruppe an, bei denen vorwiegend eine intratumorale Bestrahlung in Anwendung kam, und waren Fall II und III bereits im Herbst 1913 demonstriert worden.

II. H. A., 38 Jahre alter Gastwirt aus Wien.

Von Kinderkrankheiten hat Patient angeblich Rachitis durchgemacht. Im Alter von 19 Jahren trat an der rechten Halsseite unterhalb des Angulus mandibulae eine Geschwulst auf, die aber dem Patienten weiterhin keine Beschwerden machte und nur langsam an Größe zunahm. Sie soll sich im Anschlusse an eine starke Verkühlung, die er sich beim Militär zuzog, entwickelt haben (Lymphomata colli?). Im Dezember 1912 trat ungefähr in der gleichen Gegend abermals eine Geschwulst auf, die aber rasch an Größe zunahm, die Haut bald perforierte und nach außen durchbrach. Ob es sich damals um eine neu auftretende Affektion gehandelt hat oder ob der ursprünglich bestehende Tumor nur in rascheres Wachstum gekommen war, kann Patient nicht angeben. Zu wiederholten Malen wurden vom behandelnden Arzte Inzisionen des Tumors vorgenommen, nach denen aber nur noch ein rascheres Wachstum beobachtet wurde. Nach mehrfacher Konsultation namhafter Chirurgen, von denen ein operativer Eingriff aber immer übereinstimmend abgelehnt wurde, kam Patient in die Behandlung der k. k. Radiumstation. Er war schon vorher einer intensiven Kur ohne Erfolg in Hall unterzogen worden und wurde auch in diesem weitvorgeschrittenen inoperablen Falle die Radiumtherapie mit geringen Aussichten auf Erfolg in Angriff genommen.

Bei der Aufnahme (am 30. Juli 1913) des Patienten fand sich eine die ganze rechte Halsseite einnehmende und mächtig über das Niveau der Halsgegend emporragende Geschwulstmasse, die an der Oberfläche von der bedeckenden Haut vollkommen entblößt und von tiefen Furchen und Spalten durchzogen war. Durch das Vorschreiten der Geschwulst nach rückwärts war auch das rechte Ohr in seinem unteren Anteile abgehoben. Auch die Fossa supraclavicularis war von der Geschwulst eingenommen, die gegen die Umgebung nur schwer abgrenzbar war. Das Öffnen des Mundes war erschwert, der rechte Mundwinkel stand tiefer wie der linke, die rechte Nasolabialfalte war leicht verstrichen. Dabei bestanden schon damals starke Schmerzen im rechten Ohre. Aus der beigegebenen photographischen Abbildung geht die Größe des Tumors deutlicher als aus der Beschreibung hervor. (Bild 3.)

Am 31. Juli wurden vor allem die Randpartien des Tumors einer Bestrahlung unterzogen. Sowohl in diesem Falle als auch bei den folgenden kamen fast ausschließlich Dominiciröhrchen in Anwendung. Dieselben führten die interne Verkehrsnummer 25 mit 25 mgr Radiummetall und Nr. 20 mit 18 mgr Radiummetall. Dieselben sind aus Platin von der Dicke 0,15 mm hergestellt und 26 mm lang. Der äußere Durchmesser ist 3,8 mm und besitzen sie an dem einen Ende eine Öse zur besseren Fixierung.

Um sich über die von uns geübte Bestrahlung ein Bild zu machen, ist es notwendig, sie wenigstens diesmal etwas ausführlicher zu schildern. Um die Röhrchen in die Geschwulst einzuführen, haben wir uns ein stilettähnliches, aber nur spitzstumpfes Instrument anfertigen lassen; der Durchmesser desselben war größer gehalten als der späterhin einzuführenden Röhrchen. Mit diesem Instrument wurde in Lokalanästhesie, die aber mitunter wegen der geringen Schmerzhaftigkeit auch entbehrt werden konnte, Kanäle senkrecht auf die Oberfläche gebohrt. Dabei aber wurde besondere Aufmerksamkeit darauf gelegt, mit dem Beginn der Behandlung an den Randpartien der Geschwulst anzufangen. Bei halbwegs vorsichtigerem Arbeiten gelingt dieser kleine Eingriff relativ leicht und haben wir größere Blutungen durch Verletzung von Gefäßen niemals beobachtet. In diese vorgebohrten Kanäle wurden dann die mit sterilem Kondom umwickelten und mit starken Seidenfäden fixierten Röhrchen eingeführt. Unter sterilem Verband wurden die Träger meist längere Zeit liegen gelassen, wenn nicht gewisse durch die Bestrahlung hervorgerufene Störungen eine vorzeitige Entfernung derselben erforderten.

Auf diese Weise war auch beim Patienten H. die Bestrahlung durchgeführt worden und wurden sechs Zyklen zu je 72 Stunden appliziert. In einem jeden Zyklus wurden zwei Röhrchen intratumoral in der beschriebenen Art eingeführt und durch 72 Stunden liegen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit waren die Röhrchen an anderen Stellen eingeführt worden. Pausen zwischen den einzelnen Zyklen wurden nicht eingeschaltet. Im ganzen wurde also der Patient durch 432 Stunden mit je 43 mgr Radiumelement intratumoral von den Randpartien beginnend bestrahlt. Am Ende der Therapie traten bereits deutliche Reaktionserscheinungen auf. So setzten heftige, scharf halbseitig lokalisierte Kopfschmerzen ein, ferner trat eine intensive Occipitalis-Neuralgie auf. Die schon bestandenen Ohrenschmerzen nahmen immer mehr zu, die Facialisparese war vollkommen ausgeprägt.



Gleichzeitig aber zeigten sich regressive Veränderungen, und zwar zuerst um die Bohrkanäle. Das Gewebe verfärbte sich in einer radiären Zone um dieselbe, es wurde nekrotisch und abgestoßen.

Mitte September fand sich an Stelle des Tumors, wie Bild 4 zeigt, eine teilweise granulierende Wunde, in ihrem Grunde noch stellenweise speckig belegt. Etwa 1 cm von dem rückwärtigen Wundrande entfernt, bestanden einige Fistelöffnungen, aus denen sich geringe Mengen eines fadenziehenden, eitrigen Sekretes entleerten. Späterhin traten mitunter Temperatursteigerungen auf und waren wir zu einzelnen kleinen Inzisionen gezwungen. Die Wunde selbst wurde mit Wasserstoff gereinigt und mit Xeroformgaze versorgt. Aber immer traten noch zeitweise heftige, rechts lokalisierte halbseitige Kopfschmerzen auf, die oft nur sehr schwer zu bekämpfen waren. Zeitweise gelang es, durch Anwendung von Radiumemanation der Schmerzen Herr zu werden. Abwechselnd wurden Anästhesin, Bromocoll, Trigeminin und Pantopon als schmerzstillende Mittel in Anwendung gebracht. Die Wunde zeigte nur geringe Heilungstendenz, eine Epithelisierung trat nicht ein, wenn auch ein neu auftretendes Geschwulstwachstum in der Wunde selbst nicht zur Beobachtung kam.

Anfangs Januar 1914 (Bild 5) war der Befund ungefähr der gleiche, doch zeigten sich am hinteren Wundrande in der Gegend der schon erwähnten Fisteln harte Knoten. Dieselben wurden in Ätherrausch von Hofrat v. Eiselsberg gespalten, teilweise exzidiert, exkochleiert und die Wunde offen gelassen. Schon bei der makrosokpischen Untersuchung zeigte sich ein grauweißes Gewebe in die Subkutis und gegen die tieferen Lagen vordringend eingelagert, das bei der histologischen Untersuchung sich als Karzinom erwies. Trotz dieses gewiß noch für den Patienten ungünstigen Befundes muß doch betont werden, daß der Allgemeinzustand bei dem Vorgeschrittensein der Erkrankung ein relativ gutes genannt werden muß.

Das Ergebnis der Operation und der histologischen Untersuchung gibt den Anlaß, einen neuerlichen Bestrahlungszyklus einzuleiten.

Auch bei diesem Patienten war es möglich gewesen, zum Zwecke der Kontrolle zu verschiedenen Zeitpunkten Exzisionen aus der Geschwulst vorzunehmen. Die Untersuchung der ersten derselben, die zu Beginn der Therapie am 1. VIII. 1913 ausgeführt wurde, ergab, daß es sich um einen verhornenden Plattenepithelkrebs handle.

Am 4. VIII., also drei Tage nach der ersten Bestrahlung wurde eine neuerliche Exzision ausgeführt. Die Differenzen zwischen den beiden Befunden vom 1. VIII. und 4. VIII. sind gering und beschränken sich nur auf eine ziemlich ausgeprägte entzündliche Infiltration in der Subkutis und geringe Vakuolisierung mancher Epithelzellen. Am 8. VIII. wurden wieder Gewebsstücke entfernt, die bereits Folgeerscheinungen der Radiumbehandlung erkennen lassen, wie das Eindringen polynukleärer Leukozyten zwischen die Epithelien und die Vakuolenbildung in denselben. (Histol. Fig. I.)

Auch gelegentlich des letzten operativen Eingriffes am 11. II. 1914 waren die entfernten Massen einer histologischen Untersuchung zugeführt worden. Abgesehen von dem wichtigen Befund, daß noch zweifelsohne karzinomatöses Gewebe nachgewiesen werden konnte, zeigte auch die feinere Struktur des Tumors stellenweise wenigstens eine weitgehende Veränderung. So sind die tiefer gelegenen Nester in ein Bindegewebe eingelagert, das sich nicht mehr mit Eosin rot färbt, sondern einen bläulichen Farbenton annimmt. Während das Karzinom bei den ersten Exzisionen seinen Aufbau ausschließlich aus großen, polygonalen Epithelzellen mit meist weitgehender Verhornung erkennen ließ, ist der Charakter der Geschwülste in den entfernten, tiefer gelegenen Partien der Geschwulst ein vollständig geänderter. Die Zellen sind meist klein, besitzen einen im allgemeinen länglichen Kern, wenig sich unscharf abgrenzendes Protoplasma, sind nur mehr schwer als epitheliale Elemente zu erkennen und gleichen ihrer Form nach vielleicht am ehesten den Basalzellen. Freilich sind in einzelnen Zellnestern auch andere weitgehende Veränderungen vor sich gegangen. So finden sich Stellen reich an Zellen mit außerordentlich großen, sehr polymorphen und bizarren Kernen, oft auch in atypischer Mitosenbildung begriffen. Irgendwelche Vakuolen in dem Protoplasma dieser Zellen fehlen, ebenso auch ein Verhornungsprozeß. (Histol. Fig. II.)

Bei dem Reichtum der Mitosen im Gegensatz zu den Bildern von den ersten Exzisionen scheint es uns wahrscheinlich, daß das Karzinom sich wieder im Proliferationszustand befindet, eine Ansicht, die durch das Fehlen von Zeichen regressiver Veränderungen noch bestärkt wird.

So war gerade in diesem Falle der histologische Befund und seine Details bei der letzten Exzision, wie schon erwähnt, ein Anlaß, eine neuerliche intensive Bestrahlung einzuleiten.

III. J. K., 52jähriger Patient, Hausierer aus Ungarn.

Patient gibt anamnestisch an, daß sich auf Grund einer seborrhoischen Warze auf der rechten Gesichtshälfte eine Geschwulst entwickelt habe und zwar vor zirka zwei Jahren. Wegen der Größenzunahme derselben ließ sich Patient vor einem Jahre in Budapest und ein halbes Jahr später in Holmy operieren. Gar bald aber trat ein neuerliches Rezidiv auf, das den Patienten zur Reise nach Wien bewog. Nachdem er zuerst eine chirurgische Station aufgesucht hatte und von dort als inoperabel abgewiesen wurde, kam er am 7. Mai 1913 auf die k. k. Radiumstation.





Aus der Abbildung (Bild 6) ist zu ersehen, daß die ganze rechte Gesichtshälfte von einer mächtigen Aftermasse bedeckt ist. Auf diesen großen Tumor, der sich aus einzelnen Knollen aufbaut, setzt sich am oberen Rande eine faustgroße, mächtig prominierende Geschwulst auf, die das rechte Auge überlagert. Die Geschwulst breitet sich auch in die retroaurikuläre Gegend aus und überlagert den unteren Anteil des Ohres. Teilweise sind Geschwulstpartien exulzeriert und verweisen wir bezüglich der Details auf die Abbildung.

Am 18. Mai 1913 wurde mit der Bestrahlungstherapie begonnen. Ebenso wie im vorhergehenden Falle wurde zunächst eine intratumorale Behandlung vorgenommen. Um bei der großen Ausdehnung des Tumors in absehbarer Zeit einen Effekt zu erzielen, waren auch Versuche mit sekundär Strahlung angewendet worden. Zu diesem Zwecke wurden gleich in der ersten Sitzung (18. VI. 1913) mit dem früher erwähnten Instrumente sechs Kanäle gebohrt; von denen in zwei je ein Dominiciröhrchen (Nr. 20 und 21) zu 18 mgr eingeführt wurde. In die vier übrigen Kanäle kamen ungefähr mit den Dominiciröhrchen an Größe übereinstimmende solide Bleiprothesen. Sowohl die Röhrchen als auch die Bleiprothesen wurden vorwiegend am Rande der großen Geschwulst eingeführt und mit starker Seide fixiert. Nach 12 Stunden wurden die, wie schon erwähnt, immer durch Kondoms geschützten Dominiciröhrchen und Bleiprothesen entfernt.

In der gleichen Weise wurde am 20. VI. die Bestrahlung einer anderen Randpartie vorgenommen, wobei wieder versucht wurde, die Radiumwirkung durch Erzielung einer Sekundärstrahlung, die in den Bleiprothesen hervorgerufen wird, zu verstärken.

Mit diesen zwei Bestrahlungen war die intratumorale Behandlung beendigt und zur Applikation von Trägern übergegangen.

Wir waren dazu um so mehr berechtigt, da ein großer Teil der Geschwulstmassen in rapidem Zerfall begriffen war. Die regressive Metamorphose begann innerhalb von acht Tagen, zuerst sowohl um die Bohrwunde, wo die Dominiciröhrchen lagen, als auch um die Bleiprothesen. Allmählich zerfiel auch das Zwischengewebe und kam der Tumor, wie die Photographie (Bild 7) zeigt, namentlich am obereren Rande, der zuerst der Bestrahlung unterzogen worden war, rasch zum Schwinden.

Da es durch diese Therapie in relativ kurzer Zeit gelungen war, die exophytisch wachsenden Geschwulstanteile in das Hauptniveau zu bringen, wurde zur Anwendung von Trägern geschritten. Es kamen die Träger Nr. 28 (15 mgr Radiumelement), Nr. 29 (30 mgr Radiumelement), der runde Träger (15 mgr. Radiumelement) und Nr. 13 ebenfalls ein runder Träger mit einem Gehalt von 7,8 mgr Radiumelement, der aber nach den Angaben von Dautwitz das Radium bloß in einer Lackmasse eingeschlossen enthält, in Anwendung. Bezüglich näherer Angaben verweisen wir auf die Arbeit Riehls und Schrameks in der Wiener klinischen Wochenschrift 1913, Nr. 37 und 38. Die Bestrahlungszeiten und Filterungen sind aus folgenden Angaben ersichtlich:

Datum	Bestrahlungszeit	Träger	Stunden	
1. 28. Juni	8h früh bis 12h mittags	Nr. 13	4	
2. 29. „	8h früh bis 2h nachmittags	Nr. 13	6	
3. 29. „	4h nachmittags bis 6h nachmittags	Nr. 6	2	
4. 26. Juli	9h früh bis 3h nachmittags	Nr. 8	6	
5. 2. Aug. bis 4. Sept.	8h abends bis 1h nachmittags	Nr. 28, 29, r. Tr.	41	Bleifilter
6. 30. Aug. bis 1. Sept.	8h abends bis 1h nachmittags	Nr. 29, 43	41	„
			100	

Schon Mitte September präsentierte sich der Patient in einem ganz wesentlich veränderten Zustand. Die Geschwulstmassen waren makroskopisch vollständig geschwunden, die ganze Wangenfläche epithelisiert mit Ausnahme einer zirka fünfkronenstückgroßen Stelle am äußeren rechten Augenwinkel. Das Ohr war noch deutlich abstehend und fanden sich hier noch wenige Geschwulstreste. (Bild 8.)

Aus diesem Grunde wurde noch eine geringe Nachbestrahlung vorgenommen.

Mitte Januar war fast die ganze Wange epithelisiert, keine Geschwulst vorhanden und nur ein kleiner harter, subkutaner Tumor war zurückgeblieben, der wahrscheinlich einer Lymphdrüse angehört, und mit dem primären Tumor nicht im Zusammenhang steht, über dessen Beschaffenheit wir aber keine näheren Angaben mangels einer histologischen Untersuchung machen können. (Bild 9.)

Das teilweise wenigstens exophytische Wachstum der Geschwulst in diesem Falle gestattete die wiederholte Vornahme von Exzisionen zum Zwecke einer histologischen Kontrolle.



Die am 9. V. entfernten Gewebsmassen zeigen, daß es sich um eine epitheliale Geschwulst handelt, aus großen polygonalen und nur wenig polymorphen Zellen aufgebaut, die in Gruppen, Zügen und Strängen aneinandergelagert zwischen die Bindegewebsbündel in die Tiefe hinein sich fortsetzen, ohne daß es zu einer Verhornung kommen würde.

Diagnose: Nicht verhornendes Plattenepithelkarzinom. (Histol. Fig. III.)

Die fast genau einen Monat später am 10. VI. 1913 vorgenommene zweite Exzision unterscheidet sich in ihrem histologischen Aufbau weitgehendst von der ersten.

Vor allem ist es eine außerordentliche und exzessive Polymorphie der Zellkerne, wie sie wohl nur selten zur Beobachtung kommt. Neben kleinen rundlichen, intensiv blau tingierten Chromatinanteilen finden sich längliche, stäbchenförmige, dann aber auch wieder sehr große und polymorphe, bald kompakte, bald aus einzelnen Trümmern sich aufbauende Kerne. Atypische Mitosen sind reichlichst vorhanden. Im Protoplasma treten stellenweise rundliche, größere und kleinere als Vakuolen anzusprechende Hohlräume auf. In einzelnen der Zellnester lagern sich die Epithelien oft konzentrisch nebeneinander, so daß auch der Anfang einer beginnenden Hornperlenbildung vorhanden ist. Das durch Entzündungsprozesse weitgehend veränderte mesodermale Zwischengewebe schließt am Rande zwischen seinen einzelnen Fasern oft vollständig vereinzelt liegende große Zellen mit meist randständigem Kern ein, welche ihrer Form nach wohl als Reste nach Karzinomnestern anzusprechen sind. Die großen Differenzen zwischen den beiden Exzisionen sind wohl nicht als bloße Zufälligkeiten anzusehen. Wir werden wohl kaum fehlgehen, sie als Wirkung der vorangehenden Bestrahlung anzusehen, um so mehr, als ja ähnliche Bilder von anderen Autoren (Exner, Döderlein usw.) schon beschrieben wurden. (Histol. Fig. IV.)

Mitte August wurde eine neuerliche Exzision durchgeführt, in der karzinomatöse Massen, abgesehen von nur ganz wenigen, zerstreut liegenden riesenzellenähnlichen Elemente wahrscheinlich epithelialer Natur, welche sich eingelagert zwischen den durch entzündliche Infiltrate auseinandergedrängten Bindegewebsfasern finden, nicht mehr zu erkennen sind.

Durch eine Serie von Exzisionen war es in diesem Falle möglich, sich ein Bild der histologischen Umwandlungen des Karzinoms nach der Radiumbestrahlung zu konstruieren.

Das nicht verhornende Plattenepithelkarzinom verwandelte sich im ersten Monate der Behandlung zu einem außerordentlich polymorphen Tumor, anscheinend auf den Reiz der Strahlung hin, weist aber dabei doch schon regressive Vorgänge, wie Schwund der Krebsnester und Tendenz zur Verhornung auf, während in der zuletzt entfernten Gewebspartie karzinomatöse Reste nur mehr als disseminierte einzelne Zellen zu finden sind.

IV. Patient P., 44 Jahre alt, aus Konstantinopel stammend.

Wegen Geschwülste beiderseits am Halse, die angeblich seit drei Jahren bestanden, wurde der Mann in Konstantinopel operiert, jedoch ohne Erfolg, so daß er die chirurgische Station des Rotschildspitales in Wien aufsuchte. Von derselben wurde er als inoperabel an die Radiumstation gewiesen.

Infolge der sprachlichen Schwierigkeiten war es nicht möglich, eine genauere Anamnese zu erheben.

Bei der Aufnahme des Patienten am 28. XII. 1913 fand sich namentlich an der linken Halsseite ein fast zwei faustgroßer Tumor, über welchem die Haut zwar gespannt, aber noch intakt war. Unterhalb dieser großen Geschwulst sind entlang dem hinteren Rand des Musculus sternocleidomastoideus noch derbe Knoten zu tasten. An der rechten Halsseite fanden sich ebenfalls mehrere haselnuß- bis walnußgroße, harte Tumoren. Der primäre Tumor war bei der klinischen Untersuchung nicht zu eruieren.

Am 29. XII. Inzision in Lokalanästhesie an der linken Halsseite und Bohrung eines Kanales. In denselben werden 100 mgr Radiumelement in Form eines Dominiciröhrchens eingeführt, das wieder mit einem dünnen Kondom umgeben wurde und mit einem Faden versichert wird. Nach acht Stunden tritt Schüttelfrost, Erbrechen und ein kollapsähnlicher Zustand ein, so daß man sich entschloß, das Radium zu entfernen.

Zwei Tage nach der Bestrahlung trat auf der nicht bestrahlten rechten Halsseite ein Erysipel auf, das stark progedient unter hohem Fieber auf das Gesicht übergriff. Am 31. XII. Isolierung des Pat. Am 1. I. 1914 trat eine Rötung und Schwellung des rechten Vorderfußes auf, die bald auf den Unterschenkel übergriff. Gar bald stellten sich auch Atembeschwerden und Suffukationserscheinungen ein und am 6. I. erlag Patient seinem Leiden.

Obduktionsbefund: Tumormetastasen in den rechtsseitigen submaxillaren und zervikalen Lymphdrüsen mit eitriger Einschmelzung derselben. Phlegmonöse Entzündung der rechtsseitigen Halsweichteile und linksseitiges Glottisödem.

Eine 2 cm lange Inzision an der linken Halsseite, Vereiterung der Lymphdrüsen (?) und Schwielenbildung in der Muskulatur und deren Umgebung nach Radiumbestrahlung.



Phlegmonöse Entzündung des rechten Unterschenkels und Vorderfußes. Braune Atrophie des Herzmuskels, parenchymatöse Degeneration der Leber und Nieren, akuter Milztumor.

Operationsnarben an der rechten Halsseite. Schwielengewebe in der Tiefe, ein Fistelgang in der rechten Klavikulargrube. Diffuse eitrige Bronchitis.

Im Eiter reichlich Gram-positive Kettenkokken.

V. L. Z., 45jähriger Gastwirt aus Galizien.

Derselbe gibt an, daß die Geschwulst an der linken Halsseite, die rasch an Größe zunahm, vor fünf Monaten aufgetreten sei. Es wurde auch bereits in Rzezow eine Inzision vorgenommen, bei der sich Eiter entleerte. Eine Operation war nicht versucht worden und wurde zu diesem Zweck Pat. nach Wien gewiesen. Aber auch hier wurde eine Operation abgelehnt und kam Pat. zwecks Radiumbestrahlung an die Station.

Bei der Aufnahme am 6. XI. 1913 fand sich an der linken Halsseite ein mächtiger Tumor. Derselbe war hinter dem Musculus sternocleidomastoideus gelagert und fast zwei mannsfaustgroß. Die Haut über demselben war gespannt, im Zentrum fand sich eine zirka 1 cm lange, an ihren Rändern granulierende Inzisionswunde. Der Tumor war mit seiner Umgebung fest verwachsen und unverschieblich gegen die Tiefe. Ausgesprochene Kachexie, Körpergewicht 55 kg. Die Untersuchung der Lungen gibt nur atelektatische Partien in der linken Lunge, aber keine Anzeichen einer Metastasierung. Ein primärer Tumor, als dessen Metastase eventuell die Geschwulst am Halse anzusehen wäre, war nicht eruierbar.

7. XI. 1913. Behufs Einführung des Dominiciröhrchens wurde eine genaue Untersuchung der Inzisionswunde vorgenommen. Mit der Kornzange gelangt man durch dieselbe in eine Höhle, die mit geringen Massen eines jauchigen Sekretes erfüllt ist. In Lokalanästhesie wurde mit dem scharfen Löffel eingegangen und geringe Mengen von Gewebe zur histologischen Untersuchung entfernt. In die Inzisionswunde war noch am gleichen Tage ein Dominiciröhrchen mit 100 mgr Radiumelement eingeführt worden. Um wieder eine Verstärkung der Wirkung durch Sekundärstrahlung zu erzielen, wurden außerdem vier Bleiprothesen von der Form der Röhrchen eingeführt.

8. XI. 1913. Nach 24 Stunden Entfernung des Dominiciröhrchens und sämtlicher Prothesen. Die Wunde wurde mit Wasserstoffsuperoxyd ausgespült und ein dünnes Drainrohr eingeführt. Verband.

Schon während der Bestrahlungszeit klagte Patient über heftige Schmerzen, welche bald die Anwendung von Opiaten erforderten. Es stellte sich auch Erbrechen ein, das aber einige Tage nach der Bestrahlung an Intensität noch bedeutend zugenommen hatte. Schon am vierten Tage nach der Bestrahlung kam es zu Temperatursteigerungen bis 39,1°, die, in ihrer Intensität schwankend, durch zehn Tage hindurch anhielten. Dabei bestand vollkommene Appetitlosigkeit, Abgeschlagenheit und zunehmende Kachexie. Lokal trat eine heftige, eitrige, übelriechende Sekretion auf, die mitunter einen zweimaligen täglichen Verbandwechsel erforderte. Schon damals aber zirka zehn Tage nach der Behandlung war eine deutliche Größenabnahme der Geschwulst festzustellen.

Schon am 20. XI. wurde, da sich der Patient etwas wohler fühlte, eine neuerliche Bestrahlung vorgenommen. Einführung von einem Dominiciröhrchen mit 100 mgr Radiumelement und vier Bleiprothesen.

21. XI. Wegen des eingetretenen heftigen, unstillbaren Erbrechens während der Bestrahlung wurde das Dominiciröhrchen und die Prothesen nach 24 Stunden entfernt.

Auch nach dieser Bestrahlung stellten sich Temperatursteigerungen, wenn auch erst nach 4—5 Tagen ein. Die Sekretion, die im Anfang außerordentlich reichlich war, nahm an Intensität ab und die Geschwulst selbst ging an Größe beträchtlich zurück. Die durch Wochen jedoch andauernden Schmerzen, die namentlich die linke Gesichts- und Schädelhälfte betrafen, klangen nun allmählich ab, so daß eine neuerliche Bestrahlung erst am 16. I. 1914 vorgenommen werden konnte. Dieselbe wurde mit einem Dominiciröhrchen von 50 mgr Radiumelement durchgeführt, welches 72 Stunden lang belassen werden konnte, welchen Eingriff der Patient relativ gut vertrug.

Am 13. II. abends neuerliche Bestrahlung mit dem 100 mgr-Dominiciröhrchen durch 24 Stunden.

Ende Januar präsentierte sich der Patient mit einer nur mehr geringen Geschwulst der linken Halsseite, die sich viel härter und derber als der ursprüngliche Tumor anfühlte. Eine Verschieblichkeit der Geschwulst besteht auch derzeit noch nicht. Die Sekretion aus der kleinen absichtlich für weitere therapeutische Eingriffe offen gehaltenen Fistelöffnung ist serös, gering und ohne wesentlichen Geruch. Obwohl die Kachexie auch derzeit noch besteht, fühlt sich der Patient subjektiv wohl, ist schmerzfrei und verlangt seine Entlassung.

Die durch das Eingehen mit dem scharfen Löffel entfernten Massen zeigen, daß es sich um ein Plattenepithel-Karzinom handelt, mit einer hochgradigen entzündlichen Infiltration in dem mitentfernten Bindegewebe und stellenweise eitriger Einschmelzung.



Am 20. XI. wurden neuerlich von der Inzisionswunde aus Gewebspartikelchen exkochleiert. Abgesehen von den exzessiven Entzündungsprozessen im Bindegewebe ist vor allem das Epithel weitgehend verändert. Aus außerordentlich großen polymorphen Zellen aufgebaut, sind die letzteren sehr reich an Vakuolen. Diese Vakuolisierung kann solche exzessive Grade erreichen, daß große Hohlräume resultieren, in denen nur noch spärliche Kerne und Protoplasmareste sich finden. Mitunter ist wieder vornehmlich das Chromatingerüst betroffen, so daß dann in einem Pole der Zelle intensiv blau gefärbte, formlose, klumpige Massen sich finden. (Histol. Fig. V.)

Durch besonders günstige Zufälle waren wir in dem Falle in die Lage versetzt, wohl ein Höhestadium der regressiven Metamorphose nach Einwirkung der Radiumstrahlen zur histologischen Untersuchung zu erhalten.

VI. K. J., 70 Jahre alt, Kaufmann.

Im Juli 1913 traten bei dem Patienten zum erstenmal geringe Schlingbeschwerden auf. Im August 1913 bildete sich eine kleine Geschwulst in der Mundhöhle mit üblem Geruch. Gar bald suchte auch der Patient eine chirurgische Station auf, doch wurde ihm, als nicht für eine Operation geeignet, eine Radiumbehandlung empfohlen.

Patient kam bereits am 23. X. 1913 wegen eines ausgedehnten Karzinoms der Wangenschleimhaut und des Mundhöhlenbodens in die ambulatorische Behandlung der k. k. Radiumstation. Schon damals bestanden ausgedehnte knotige Tumoren in der linken Fossa submaxillaris. Es gelang, durch Bestrahlung von der Mundhöhle aus mit verschieden starken Trägern der Station das Wachstum der Geschwülste zurückzuhalten, ohne daß es aber möglich gewesen wäre, dieselben zu vollständigem Schwunde zu bringen. Da die Drüsenmetastasen unter dieser Bestrahlung an Größe zunahmen, wurde bei dem Patienten am 2. I. 1914 die intratumorale Bestrahlung in Angriff genommen. Nach Inzision der Haut und Bohrung eines Kanales wurde auf 20 Stunden ein Dominiciröhrchen mit 100 mgr Radiumelement eingelegt. In diesem Falle gelang es aber nicht, das Röhrchen senkrecht in die Drüsentumoren einzuführen, sondern es nahm eine quere Lage an. Dadurch kam es dann späterhin wohl auch zu einer günstigen Beeinflussung des Tumors, der bedeutend an Größe abnahm und sich derber anfühlte. Die durch die Bestrahlung bedingte Nekrose trat ebenfalls in zirkulärer Ausdehnung um das eingeführte Dominiciröhrchen auf, doch gesellte sich eine zweite Nekrose der Haut hinzu, die dem anderen Ende des Dominiciröhrchens bei der queren Lage entsprach.

Auch in diesem Falle traten heftige Schmerzen um die Bohrwunde auf, die mit Anästhesin, Bromokoll und Pantopon bekämpft wurden. Gleichzeitig besteht derzeit eine fast völlige Mundsperre. Infolgedessen ist eine außerordentlich genaue und intensive Mundpflege erforderlich, um die sich einstellende Stomatitis zu bekämpfen.

Wenn auch zweifelsohne in diesem Falle ein günstiger Einfluß auf die Geschwulst zu beobachten war, so bietet doch dieser Fall durch seine Lokalisation in der Mundhöhle ganz bedeutende Schwierigkeiten. Die schon bei Beginn der Behandlung bestehende Kachexie ist nur außerordentlich schwer infolge der gehinderten Nahrungszufuhr trotz verabreichter Stomachika zu bekämpfen. Wir versuchten auch, durch eine Arsentherapie das allgemeine Befinden zu heben, um die Weiterführung der Strahlentherapie zu ermöglichen, doch muß der Zustand des Patienten als ernst bezeichnet werden.

VII. G. G., 67jähriger Oberkondukteur, der am 4. XI. 1913 in die Station aufgenommen wurde.

Der uns vom Rudolfinerhaus freundlichst überlassenen Krankengeschichte sind folgende Daten entnommen.

Am 5. XII. 1912 suchte der sonst kräftige und bisher immer gesunde Patient wegen eines Tumors unter der Zunge, der sehr rasch gewachsen sein soll, das Spital auf.

Damals fand sich bei der Untersuchung am Boden der Mundhöhle rechts unter der Zunge ein flacher, derber, höckeriger Tumor, der den ganzen Raum zwischen Zungengrund, Frenulum und Mandibula einnimmt. Regionäre Drüsen waren nicht tastbar. Innere Organe ohne pathologische Veränderungen. Harnbefund normal.

Am 6. XII. wurde der Tumor in Billrothnarkose nach vorheriger Infiltration des ganzen Gebietes mit vier Spritzen Kochsalz und je einem Tropfen Adrenalin exzidiert und die Wunde durch Nähte geschlossen.

Am 16. XII. konnte der Patient, ohne daß sich Komplikationen eingestellt hatten, geheilt entlassen werden.

Bei der Aufnahme in die Station auf Anraten der Chirurgen zeigte der Patient an der rechten Halsseite einen mannsfaustgroßen, sehr harten, total unverschieblichen Tumor, der am hinteren Rande des Musculus sternocleidomastoideus gelegen, denselben nach vorne drängte. Trotz



dieses exzessiven metastatischen Tumors bestand eine relativ geringe Kachexie. Von seiten der Lungen war zur Zeit, als die Strahlentherapie begonnen wurde, keine Metastasenbildung nachzuweisen.

Am 5. XI. 1913 wurde eine zirka 5 cm lange Inzision über dem Tumor ausgeführt, ein Dominiciröhrchen (Nr. 20) mit 18 mgr Radiumelement und zwei Bleiprothesen intratumoral eingeführt.

Am 6. XI. und 7. XI. wurde das Dominiciröhrchen und die Bleiprothesene in ihrer Lage gegenseitig miteinander gewechselt.

Nach 72 Stunden war die Bestrahlung unterbrochen worden.

Ende November zeigte sich eine geringe Erweichung der Geschwulst und konnten noch spärliche Mengen eines nekrotischen Gewebes entfernt werden.

Am 4. XII. auf 48 Stunden neuerliche Einführung von 100 mgr Radiumelement und Einführung zweier Bleiprothesen in die Geschwulst.

Auch dieser Patient klagte nach der Bestrahlung über heftige, scharf halbseitig lokalisierte Kopfschmerzen.

Anfangs Januar 1914 trat ausgesprochene Kachexie auf mit Bildung neuer, außerordentlich rasch wachsender, fast sichtlich an Größe zunehmender und gar bald die Haut durchbrechender Knoten in der rechten Retroaurikulargegend auf. Während kurz vorher noch der Patient über Schlaflosigkeit im Anschluß an die Bestrahlung klagte, kam nun eine Schlafsucht zur Beobachtung. Dazu stellten sich bronchitische Erscheinungen ein, aber mit mangelhafter Expektoration. Nach tagelangen Delirien kam Patient am 6. II. 1914 ad exitum.

Obduktionsbefund: Exulzeriertes, vereiterndes Karzinom der rechtsseitigen Halslymphdrüsen mit Einbruch in die Vena jugularis. Multiple Metastasen in beiden, namentlich im linken Unterlappen. Lobulärpneumonie im rechten Unterlappen. Parenchymatöse Degeneration des Herzens, der Leber und Nieren.

Histologisch: Verhornender Plattenepithel-Krebs.

VIII. L. J., 59 Jahre alt, der im Januar 1913 die Klinik Hochenegg aufsuchte.

Seine Familienanamnese ist mit Ausnahme einer Infektionskrankheit, wahrscheinlich Lues, belanglos. Seit sechs Wochen verspürte Patient an der linken Wangenschleimhaut eine Geschwulst, die ihm keine Beschwerden verursachte, und die mit Quecksilberinjektionen behandelt wurde.

Der große, aber stark abgemagerte Patient weist von seiten der inneren Organe normale Verhältnisse auf.

Im Munde finden sich leukoplakische Herde an der Wangenschleimhaut, von denen einer an der linken Wange etwa 1/2 cm vom Mundwinkel entfernt in einen daumengliedgroßen Tumor mit wallartigen derben Rändern umgewandelt ist; die Gesichtshaut ist darüber aber nicht eingezogen.

Am 9. I. 1913 wurde eine Keilexzision des Tumors mit Entfernung eines etwa 1/2 cm breiten gesunden Saumes von der Mundhöhle aus nach Anlegung eines 2 cm langen tiefen Hilfsschnittes im Mundwinkel vorgenommen. Verschließung des Defektes durch Nähte. Wegen geringer postoperativer Blutung Anlegung einer tiefgreifenden Naht.

Am 20. I. 1913 konnte der Patient geheilt entlassen werden.

Die mikroskopische Untersuchung des entfernten zirka kronenstückgroßen, harten, derben Tumors, der nach allen Seiten von einer etwa 1/2 cm breiten Zone gesunden Gewebes umgeben war, ergab, daß es sich um ein verhornendes Plattenepithel-Karzinom handle.

Am 23. VI. erschien Patient abermals an der Klinik Hochenegg mit einem lokalen Rezidiv und Drüsenpaketen am linken Kieferwinkel und am vorderen Rande des Musculus sternocleidomatoideus, dabei aber bei recht gutem Allgemeinbefinden.

In Lokalanästhesie werden nach Anlegung eines nach abwärts leicht konvexen Hautschnittes entlang dem Unterkiefer die Drüsen samt dem umgebenden Gewebe und die Glandula submaxillaris entfernt. Schließung der Wunde durch Nähte und Drainage.

Das lokale Rezidiv an der linken Wangenschleimhaut wird im Gesunden umschnitten und die Defekte durch Nähte verschlossen.

Der Verlauf war zuerst reaktionslos und konnten die Nähte und die Drainage entfernt werden. Wegen eines aber sich später einstellenden Abszesses unter dem Kinn wurde eine Stichinzision ausgeführt.

Am 11. VI. konnte der Patient zur ambulatorischen Behandlung entlassen werden.

Mikroskopisch war in der Wangenschleimhaut kein Karzinom nachgewiesen werden, aber entzündliche Veränderungen ähnlich wie bei Fremdkörperwirkungen. Dagegen fand sich in den Lymphdrüsen ein metastatisches Plattenepithelkarzinom, die Glandula submaxillaris aber unverändert.

Am 11. VII. 1913 kam der Patient, von der Klinik Hochenegg überwiesen, zur Bestrahlung in die k. k. Radiumstation. Es fand sich damals ein rezidivierendes Karzinom der Mundschleimhaut, nament-



lich im Bereiche des linken Mundwinkels. Dabei bestanden auch schon zu dieser Zeit haselnußgroße Metastasen in den submaxillaren Drüsen. Im Sommer wurde — wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich — zunächst eine Bestrahlung der Mundgeschwulst vorgenommen, die zu einem Schwunde dortselbst führte.

Datum	Bestrahlungszeit	Träger	Stunde	Filter
1. 13. Juli	9—10h früh	Nr. 6	1	Guttapercha
2. 17. Juli	9—10h früh	Nr. 5	1	
3. 24. Juli	9—11h früh	Nr. 21	1	
4. 28. Juli	9—11h früh	Nr. 21	2	
1. 4. Oktober	10—12h vormittags	Nr. 27	2	
2. 6. Oktober	10—12h vormittags	Nr. 43	2	
3. 20. Oktober	10—12h vormittags	Nr. 9	2	
4. 23. Oktober	10—12h vormittags	Nr. 9	2	
1. 10. November	2—5h nachmittags	Nr. 20	3	
2. 12. November	2—5h nachmittags	Nr. 43	3	
3. 17. November	2—5h nachmittags	Nr. 43	3	
4. 18. November	2—5h nachmittags	Nr. 43	3	
			25	

Da aber eine Beeinflussung der Drüsentumoren nicht zu konstatieren war, so schritten wir im Dezember zu einer intratumoralen Bestrahlung. In der gleichen Weise wie in den früheren Fällen wurden 100 mgr Radiumelement in den Tumor am 15. XII. eingeführt und dadurch 24 Stunden belassen. Außer geringen Kopfschmerzen zeigte der kräftige Patient keine Reaktion.

Nach Ablauf von acht Tagen trat nach einer vorübergehenden, ziemlich starken, eitrigen Sekretion, die mit Spülungen von Wasserstoffsuperoxyd behandelt wurde, eine beträchtliche Volums. abnahme des Tumors ein, der sich derzeit als flache, harte und derbe Schwielenmasse repräsentiert. Dabei fühlt sich Patient subjektiv wohl und klagt über keinerlei Beschwerden.

IX. G., 73 Jahre alter Privatier aus Ungarn.

Bei demselben bestand, als er an die Station kam, eine zirka mannsfaustgroße, harte und derbe Geschwulst an der linken Halsseite in der Gegend der Schilddrüse, die an ihrem hinteren Rande vom Musculus sternocleidomastoideus begrenzt war. Dieselbe soll nach Angaben des Patienten seit zirka vier Monaten bestehen und rasches Wachstum gezeigt haben.

Von einem Chirurgen wurde die Geschwulst als inoperabel erklärt und der Patient von Seite seines Arztes an die Station gewiesen.

Bei seiner am 4. XII. 1913 erfolgten Aufnahme fand sich eine grobhöckerige, außerordentlich derbe Geschwulst an der linken Halsseite, die mit dem Kehlkopf verwachsen war und sich unterhalb des Manubrium sterni fortsetzte.

In Lokalanästhesie wurde der Tumor an seiner prominentesten Stelle in einer Ausdehnung von zirka 1 cm freigelegt. Daraufhin wurde ein Kanal in den Tumor vorgebohrt und ein Dominiciröhrchen von 50 mgr auf 48 Stunden eingeführt. Nach der Bestrahlung verstärkten sich die schon vorher bestandenen, halbseitigen Kopfschmerzen, doch wurde sonst die Bestrahlung anstandslos vertragen.

Ende Januar konnte bei dem Patienten eine weitgehende Verkleinerung der Geschwulst festgestellt werden. Doch trat anfangs Februar ein katharrhalischer Lungenprozeß, wahrscheinlich eine Influenza-Infektion auf, so daß derzeit eine weitere Bestrahlung nicht durchführbar ist.

Versuchen wir nach Mitteilung unserer Fälle, uns einen Überblick und ein Bild über die Radiumbehandlung maligner inoperabler Tumoren bei ausgesprochener Kachexie der Kranken zu verschaffen, so müssen wir im allgemeinen sagen, daß ganz namhafte Erfolge zu erzielen sind. Namentlich in dem ersten Falle, den wir von den übrigen getrennt als ergänzenden Bericht der Demonstration zum Referate Riehls mitteilten, zeigte sich, daß auch durch nur äußerliche Bestrahlung selbst große und ausgebreitetste Tumoren zum Schwunde gebracht werden können. Ob diese lokale Resorption durch die örtliche Wirkung des Radiums, die ja gerade in diesem Falle von Riehl betont wurde und an dem beigegebenen



Bilde zum Ausdrucke kommt, auch die Heilung des Karzinoms bedeutet, soll von uns in keiner Weise entschieden werden. Um aber diese lokalen Wirkungen zu erzielen, ohne eine schädliche Reizwirkung hervorzurufen, ist der Beginn der Bestrahlung an den Randpartien unbedingt erforderlich. Die Erkenntnis der Grenze des gesunden und kranken Gewebes ist aber makroskopisch außerordentlich schwierig und kann es sich in zweifelhaften Fällen oftmals empfehlen, mit der Bestrahlung weit im makroskopisch anscheinend gesunden Gewebe zu beginnen. Die zweite Forderung ist eine entsprechende Intensität der Bestrahlung. Dieselbe wird durch zwei Faktoren bedingt: die Stärke des Präparates und die Zeit der Bestrahlung. Durch die nach der Bestrahlung sich einstellenden schädlichen Nebenwirkungen ist aber die Grenze der Dosierung festgesetzt.

Außerdem dürfte es sich empfehlen, eine Kontrolle des makroskopischen Befundes durch die mikroskopische Untersuchung durchzuführen. In Fällen, in denen eine öftere Gewebsentnahme zu diesem Zwecke möglich ist, ist dadurch ein Hilfsmittel für die Beurteilung der Rückbildungsprozesse der Geschwulst und dadurch auch Anhaltspunkte für eine etwa neuerliche Bestrahlung und auch die erforderliche Intensität gegeben.

Einer intratumoralen Bestrahlung wurden im ganzen acht Fälle zugeführt, von denen bei einigen auch noch eine äußere Bestrahlung in Anwendung kam. Von diesen acht Fällen kamen bisher zwei ad exitum, beide an der ausgebreiteten Metastasierung. Die übrigen sechs Fälle zeigen teilweise eine weitgehende Beeinflussung der Krebsgeschwulst, wenn dieselben auch von einer Heilung noch weit entfernt sind. Von ihnen zeigt sich Fall 6 am wenigsten beeinflußbar. Obwohl es auch hier gelang, eine weitgehende Rückbildung der Metastasen am Halse zu erzielen, war ein ähnlicher Effekt am primären Tumor wohl einmal erzielbar, doch trat sehr bald ein lokales Rezidiv ein. In der Mundhöhle lokalisiert, ist er nur schwer zugänglich und bietet keine Möglichkeit einer intratumoralen Bestrahlung. Durch die Lokalisation ist auch eine bedeutende Schwierigkeit der Ernährung gegeben, so daß die schon bei Beginn der Therapie ausgesprochene Kachexie nur schwer beeinflußbar ist. Dazu kommt noch, daß sich an Stelle des geschwundenen Karzinomgewebes am Halse und vielleicht auch in der Mundhöhle Narben einstellten, die ein weiteres Öffnen des Mundes unmöglich machen, so daß sogar zum Zwecke einer besseren Ernährung Zahnextraktionen notwendig waren.

Weitaus günstiger stellen sich die Resultate der drei nächsten Fälle (Nr. 5, 8, 9), welcher Umstand wohl ganz besonders durch die Lokalisation der Geschwülste bedingt ist. Vor allem war es möglich, die Therapie auf einen einzigen, wenn auch oft beträchtlich großen Tumor zu konzentrieren. Durch die Lokalisation war die Ernährungsmöglichkeit in keiner Weise gestört und es ist angängig, eine langsame, zeitlich weithin sich erstreckende Therapie mit nicht allzu großen Dosen in Anwendung zu bringen.

Zwei Fälle (2 und 3) geben einen ganz überraschenden Erfolg in bezug auf die Rückbildung des Tumors. In beiden Fällen handelte es sich um bereits so exzessiv gewachsene, maligne Geschwülste, so daß nur mehr eine kurze Lebensdauer wahrscheinlich war. Trotzdem gelang es makroskopisch, die Geschwülste zum Schwinden zu bringen. Wenn auch in einem derselben, den wir ja ebenfalls nicht als geheilt bezeichnet haben, bei ausgedehnter Exzision sich noch Geschwulstelemente fanden, so hoffen wir doch durch neuerliche Bestrahlung, der keinerlei Hindernisse von Seite des Allgemeinbefindens im Wege steht, auch diese Reste entfernen zu können.

Wir glauben, diese unsere doch immerhin günstigen Resultate überblickend, nicht fehlzugehen, wenn wir für dieselben die von uns geübte Technik der intratumoralen Randbestrahlung verantwortlich machen. Durch die Beobachtung, die wir bei Bestrahlung von äußeren Karzinomen zu machen Gelegenheit hatten, daß bei sehr intensiver Bestrahlung der zentralen Partien eine rein lokale Zerstörung und Rückbildung zu beobachten war, während an der Peripherie mitunter ein zweifelsohne vermehrtes Wachstum zur Beobachtung kam,



wurden von uns grundsätzlich die Randpartien zuerst bestrahlt. Auf diese Weise versuchen wir vor allem, das periphere Wachstum der Geschwülste also einen Teil der Malignität zu beeinflussen. Durch das Einführen von Dominiciröhrchen in die Geschwulst selbst ist durch die radiäre Ausstrahlung dieser Trägerform eine gewisse gleichmäßige Einwirkung bedingt. Auch ist bei dieser Art der Bestrahlung die Möglichkeit gegeben, sicher in die Tiefe zu wirken und auch teilweise wenigstens ähnlich wie an der Oberfläche eine Randbestrahlung vorzunehmen.

Freilich ist dieses Prinzip der Bestrahlung bei weitem nicht in allen Fällen durchführbar. Vor allem ist ja, wie schon erwähnt, die Randzone nicht immer leicht festzustellen. Außerdem ist es durch die Lokalisation oft unmöglich, zuerst an die Randpartien heranzukommen. So bieten zum Beispiel Oberkieferkarzinome, die gegen die Orbita vordringen, große Schwierigkeiten, gerade die proliferierendsten Partien der Geschwulst der Bestrahlung zuzuführen. Eine weitere Komplikation liegt bei den malignen Geschwülsten in dem multiplen Auftreten der Metastasen. Wird auch ein Drüsentumor auf die erwähnte Weise günstig beeinflußt, so kommt gar nicht selten ein kleiner, abseits gelegener, manchmal makroskopisch nicht erkennbarer Herd eventuell in einer Lymphdrüse zu stärkerer Proliferation, die zu einem rapiden Auftreten einer Geschwulst führen kann. Nur so glauben wir, den Fall 7 erklären zu können, bei dem es innerhalb weniger Tage zum Aufschießen pilzförmiger, die Haut perforierender Tumoren kam, an Stellen, die von dem Bestrahlungsorte relativ weit entfernt waren.

Zu dem hier angegebenen Behandlungsmodus wurden wir auch dadurch geführt, daß bei kachektischen Personen mit inoperablen Tumoren, wenn auch gewiß nur vorsichtig vorgegangen werden darf, doch andererseits wieder getrachtet werden muß, möglichst schnelle Erfolge zu erzielen. Dabei vermindert gewiß die die Geschwulst überziehende Haut die Ausnützung der Gesamtstrahlung und macht es notwendig, um Schäden zu vermeiden, sich einer stärkeren Filterung zu bedienen. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln ist bei äußerer Bestrahlung eine Tiefenwirkung ohne wenn auch manchmal nur geringe Schädigung nicht zu erzielen. Durch vorausgehende Inzision ist dieser Faktor beiseite geschafft und steht der Weg für die Bestrahlung offen, vorausgesetzt, daß es möglich ist, die Bohrkanäle senkrecht zur Haut anzulegen und die Haut noch über der Geschwulst mobil ist. Alle unsere Fälle sind ein Beweis für diese unsere Ansicht und nur im Falle 6 trat eine Hautschädigung ein, die durch die Schwierigkeit der Anlegung eines senkrechten Bohrkanales bedingt war.

Während Schädigungen im allgemeinen bei diesem Bestrahlungsmodus zu verhüten sind, so treten gewiß je nach der Lage des Falles eventuell andere lokale Nebenwirkungen auf. Als solche muß vor allem die Möglichkeit einer Infektion des unter der Bestrahlung zerfallenen Tumors bezeichnet werden. Weiterhin waren bei unseren Fällen vornehmlich mit metastatischen Tumoren am Halse Komplikationen von seite des nervösen Apparates stark hervortretend. So sind wohl die streng halbseitig lokalisierten Kopfschmerzen, das intensive Erbrechen, das sogar zur Unterbrechung der Bestrahlung führte, durch Vagusreizung bedingt, hierher zu zählen. Wenn wir auch eine Arrosion der Gefäße am Halse nicht zu verzeichnen haben, so wurde sie doch von anderer Seite (Ranzi und Sparmann) gemeldet und ist dieselbe namentlich bei Erkrankung seitens der Gefäßwand schwer zu vermeiden.

Der eine von uns beobachtete Fall (7) ist vielleicht mit gewisser Berechtigung hierherzuzählen. Wenn es auch nicht zu einer Blutung kam, so erfolgte doch, wie die Obduktion ergab, ein Durchbruch der Geschwulstmasse in ein Gefäß, der zu Lungenmetastasen führte. Über die Zeit und die Ursache dieses Durchbruches ist retrospektiv nur schwer eine sichere Entscheidung zu treffen.

Die durch Bestrahlung bedingte lokale Reaktion erstreckt sich meist nicht nur auf die erkrankten Partien, sondern es wird, wenn auch graduell, nur minimal auch gesundes Gewebe in Mitleidenschaft gezogen. Bei der Lokalisation unserer Geschwülste waren es vor allem



Schwellungen der lockeren Schleimhäute im Mund und Rachen, welche eine Erschwerung der Ernährung und Atmung bedingten. Das scharf begrenzte, an der bestrahlten Seite lokalisierte Glottisödem im Falle P., welches schon intra vitam zur Atemnot führte und bei der Sektion festgestellt wurde, ist gewiß auf örtliche Reaktionserscheinungen zurückzuführen.

Im Gegensatz zu relativ schweren, lokalen Erscheinungen, die zu ihrer Bekämpfung viel Aufmerksamkeit und eine sorgsame Pflege und Wartung der Kranken erfordern, stehen die von uns beobachteten, allgemeinen Erscheinungen im Hintergrund. Durch die Erfahrungen in älteren Fällen haben wir zur Genüge uns auch über diese Momente orientieren können. Unser Bestreben ging in den mitgeteilten Fällen dahin, dieselben so weit als überhaupt nur möglich zu vermeiden und einzuschränken. So sind wir dazu gekommen, trotz relativ intensiver Bestrahlung sämtliche Allgemeinerscheinungen mit Ausnahme der Temperatursteigerungen zu umgehen. Ob diese letztere in jedem Falle als direkt durch die Strahlung bedingt oder ob der Temperaturanstieg nicht eine weitere Folge der Bestrahlung, ausgelöst durch die Resorption der zerfallenen Tumormassen, ist, möchten wir nicht entscheiden. Auffällig ist immerhin, daß freiliegende Tumoren, wobei keine Resorption wie in geschlossenen Höhlen eintritt, selbst bei intensiver Bestrahlung wie in unserem ersten Falle keinen Temperaturanstieg aufwiesen. Deshalb legten wir besonderes Gewicht darauf, einen schnellen Abfluß der zerfallenen Geschwulstelemente bei den abgekapselten Tumoren am Halse zu ermöglichen und wendeten zu diesem Zwecke Drainage und häufige Spülungen an.

Die größte Schwierigkeit in der Radiumtherapie bedingt zweifelsohne die Frage der Dosierung. Abgesehen von der Quantität des Radiums und Form und Größe der Träger spielen die Dauer der Bestrahlung, die Intervalle und die angewendeten Filter eine entscheidende Rolle.

In bezug auf diese sich einander ergänzenden Daten verweisen wir, soweit sie unsere Fälle betreffen, auf die beigegebenen Protokolle, die Erfolge und Mißerfolge erkennen lassen.

Bei dem Fehlen einer exakten Meßmethode und der Verschiedenheit jedes einzelnen Falles müssen wir leider gestehen, daß hier das ausschlaggebende Moment die Erfahrung mit genauer klinischer Beobachtung vorstellt. Nur so ist es möglich, einerseits die größtmöglichsten Erfolge zu erzielen, andererseits auch lokale und allgemeine Schädigungen in den entsprechenden Grenzen zu halten. Durch das Vermeiden allzu großer Dosen wird es gewiß gelingen, schwere Allgemeinschädigungen zu vermeiden. Durch das Einschieben größerer Zeitintervalle hat der Organismus Zeit, sich zu erholen. Da es aber wiederum auf eine wirksame Bekämpfung maligner Geschwülste mit Vermeidung der so schädlichen Reizwirkung, wie sie im Falle 7 beobachtet wurde, ankommt, versuchten wir durch Sensibilisierungsversuche die Effekte der Radiumwirkung zu steigern, ohne die Radiummenge selbst zu vergrößern. Dabei wurden besonders die Erfahrungen der Physiker über das Entstehen von Sekundärstrahlen in Metallen benützt, nach denen vor allem Blei eine besonders intensive Sekundärstrahlung liefert. Durch die Einführung von soliden Bleiprothesen gelang es auf diese Weise, anscheinend einen rascheren Zerfall der Geschwulstmassen herbeizuführen.

Um aber soweit als überhaupt möglich die Gesamtstrahlung des Radiums zu benützen und damit wiederum bei relativ kleinen Mengen Radium die größten Effekte zu erzielen, sahen wir von einer stärkeren Filterung ab. Wir verwendeten daher die meisten Träger und Röhrchen des öfteren nur mit einer sie schützenden Umhüllung, wodurch nur wie schon durch die Konstruktion der Träger die α- und ein Teil der β-Strahlung in Wegfall kommt.

Weit entfernt, das Radium als Allheilmittel des Karzinoms ansehen zu wollen und ihm eine unbedingt elektive Wirkung auf Geschwülste zuzusprechen, glauben wir doch, daß bei sachgemäßer, vorsichtiger Bestrahlung ein weiterer Weg der Karzinomtherapie eröffnet wurde, der aussichtsreiche Hoffnungen für die Zukunft bietet.



Über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der radioaktiven Substanzen.

Von

Dr. **Lise Meitner.**

Die radioaktiven Substanzen sind heute nicht nur Gegenstand chemischer und physikalischer Untersuchungen, sondern sie beginnen auch bereits eine Rolle in der Technik zu spielen, wenn man unter Technik das gesamte große Anwendungsgebiet wissenschaftlicher Erkenntnisse versteht. In diesem Sinn möchte ich die Verwertung der radioaktiven Produkte für therapeutische Zwecke als technische Anwendung bezeichnen, der sich eben jetzt das Interesse weiter Kreise zuwendet. Es mag daher wohl angemessen erscheinen, auch an dieser Stelle die Eigenschaften und die Bedeutung der radioaktiven Körper einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Die augenfälligste Eigenschaft der radioaktiven Körper, die auch zu ihrer Entdeckung geführt hat, ist ihre Strahlungsfähigkeit. Sie senden Strahlen aus, die zwar nicht „sichtbar" im Sinne der Lichtstrahlen, gleichwohl durch ihre Wirkungen sichtbar gemacht werden können. Beispielsweise besitzen die Strahlen die Eigenschaft, elektrisch geladene Körper zu entladen, indem sie das umgebende Gas, das im gewöhnlichen Zustand ein Isolator ist, in einen Leiter der Elektrizität verwandeln. Man bezeichnet diesen Vorgang als Ionisation, weil die elektrisch neutralen Gasmoleküle dabei in positive und negative Ionen gespalten werden, die dann die Entladung des elektrisch geladenen Körpers bewirken. Eine andere Methode, die Strahlen der radioaktiven Substanzen nachzuweisen, beruht auf ihrer Fähigkeit, gewisse Körper wie beispielsweise Willemit, Zinksulfid, Bariumplatinzyanür usw. zum Leuchten anzuregen. Endlich wirken sie auch auf die photographische Platte. Sie zeigen also ganz analoge Erscheinungen wie die in Kathoden- und Röntgenröhren auftretenden Strahlen, mit denen sie auch wesensverwandt sind.

Das genauere Studium der radioaktiven Strahlen hat zu ihrer Gliederung in drei Gruppen geführt, die man nach **Rutherford** als α-, β- und γ-Strahlen bezeichnet.

1. Die α-Strahlen.

Die α-Strahlen sind Teilchen von Atomgröße, die von den radioaktiven Substanzen ausgeschleudert werden und sich durch die oben ausgegebenen Wirkungen bemerkbar machen. Sie besitzen Geschwindigkeiten von etwa 15000 km pro Sekunde und eine entsprechend große kinetische Energie. Bewegt sich das α-Teilchen durch ein Gas hindurch, so wird seine Energie zum großen Teil auf Ionisation des Gases verbraucht; passiert es einen festen Körper, so wird seine kinetische Energie in Wärme verwandelt. Wie groß die Strecke ist, die das Teilchen zurücklegen kann, bevor seine Wirkung verschwindet, hängt daher nur von seiner Anfangsgeschwindigkeit ab. Es hat sich aus verschiedenen Versuchen gezeigt, daß die Wirksamkeit der α-Strahlen immer nach derselben Weglänge verschwindet, gleichgültig, ob die Ionisation, die photographische Einwirkung oder die Fluoreszenzerregung der Beobachtung zugrunde gelegt wird. Die Strecke, die ein α-Teilchen in Luft von 760 mm Druck zurücklegen kann, bis sein Wirkungsvermögen erlischt, wird als Reichweite des α-Strahles bezeichnet. Sie beträgt für die schnellsten α-Strahlen 8,6 cm, für die langsamsten 2,5 cm. Alle α-Strahlen einer bestimmten radioaktiven Substanz besitzen die gleiche Reichweite, wie **Bragg** und **Kleemann** zuerst gezeigt haben. Seinen Grund hat dies darin, daß α-Strahlen derselben Substanz immer mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit ausgeschleudert werden. Die Bestimmung dieser Geschwindigkeit für die einzelnen radioaktiven Substanzen rührt von **Rutherford** her und gründet sich auf folgende Tatsachen: Die α-Strahlen besitzen eine elek-

trische Ladung. Da in Bewegung befindliche elektrisch geladene Körper in einem Magnetfeld eine Richtungsänderung erfahren, deren Größe bei gegebener Stärke des Magnetfeldes von der Größe der bewegten Masse, der Ladung, und der Geschwindigkeit der Bewegung, und deren Richtungssinn vom Vorzeichen der elektrischen Ladung abhängt, so sieht man leicht ein, daß durch Untersuchung der α-Strahlen im Magnetfeld Aufschluß über ihre Masse, Geschwindigkeit und das Vorzeichen ihrer Ladung gewonnen werden kann.

Die Versuche haben ergeben, daß die α-Strahlen aller radioaktiven Substanzen positiv geladene Teilchen sind, die alle die gleiche elektrische Ladung und die gleiche Masse besitzen und sich nur in ihren Geschwindigkeiten unterscheiden. Beim Durchgang durch Materie wird ihre Geschwindigkeit verringert. Es scheint, daß die α-Strahlen unterhalb einer gewissen kritischen Geschwindigkeit ihre sämtlichen charakteristischen Wirkungsfähigkeiten verlieren. Die Strecke, die die α-Strahlen zurücklegen bis sie diese kritische Geschwindigkeit erreichen, ist eben ihre Reichweite. Es ist danach klar, daß je größer die Anfangsgeschwindigkeit der α-Strahlen ist, um so größer auch ihre Reichweite sein muß. Außerdem ist es auch verständlich, daß die α-Strahlen in verschiedenen Körpern um so schneller, d. h. auf um so kleineren Strecken die kritische Geschwindigkeit erreichen, je größer die Dichte der betreffenden Körper ist. So kann beispielsweise ein α-Strahl, dessen Reichweite in Luft 8,6 cm beträgt, nur 0,05 mm Aluminium und entsprechend geringere Dicken Blei durchdringen.

Es wurde erwähnt, daß alle α-Strahlen dieselbe Masse und dieselbe Ladung besitzen und zwar ist die Masse eines α-Teilchens viermal so groß wie die Masse eines Wasserstoffatoms und seine Ladung doppelt so groß wie die eines einfach geladenen Wasserstoffions.

Da nun Helium das Atomgewicht 4 hat, so legen diese Resultate den Schluß nahe, daß die α-Strahlen doppelt positiv geladene Heliumatome sind, die mit großer Geschwindigkeit aus dem radioaktiven Atom herausgeschleudert werden, ein Schluß, der zuerst von **Rutherford** gezogen wurde. Eine wesentliche Stütze für diese Annahme boten die Beobachtungen von **Ramsay** und **Soddy**, daß sich in den Gasen, die sich über Radiumlösungen ansammeln, immer das Heliumspektrum nachweisen läßt. **Rutherford** und **Royds** erbrachten aber auch einen direkten Nachweis der Identität von α-Strahl und Heliumatom. Sie ließen die α-Strahlen der Radiumemanation in ein evakuiertes Glasröhrchen eintreten, dessen Wände so dick waren, daß die α-Strahlen sie nicht durchdringen konnten. Sie blieben also in dem Glase stecken und diffundierten aus diesem wie ein gewöhnliches Gas in den evakuierten Innenraum. Aus dem Innnenraum konnten sie durch Quecksilber in eine Kapillare gedrückt und spektroskopisch untersucht werden. Sie zeigten ein deutliches Heliumspektrum, dessen Helligkeit in dem Maße zunahm, als sich mehr und mehr α-Strahlen ansammelten.

Die α-Strahlen sind also Heliumatome, die sich von den gewöhnlichen Heliumatomen nur durch ihre positive Ladung und ihre große Geschwindigkeit unterscheiden. Ihrer großen Geschwindigkeit danken sie auch ihren Strahlencharakter. Sie fliegen nahezu geradlinig durch die Moleküle gasförmiger Körper hindurch, wobei sie sie zertrümmern (ionisieren). Da zu dieser Ionisation eine Arbeitsleistung notwendig ist, so ist es klar, daß ein α-Strahl bestimmter Geschwindigkeit nur eine bestimmte Zahl Ionen zu erzeugen vermag. Die Gesamtzahl der Ionen, die die α-Strahlen verschiedener Geschwindigkeiten erzeugen, wurden von **Geiger** bestimmt. Er fand beispielsweise für die α-Strahlen von RaC, die eine Reichweite von 7,06 cm besitzen, daß ein α-Strahl, wenn er vollständig absorbiert wird, 237000 Ionen erzeugt.

Es erscheint wohl sehr merkwürdig, daß man die Wirkung eines einzelnen α-Teilchens, also eines Atoms, verfolgen kann. Tatsache ist, daß wir mehrere voneinander unabhängige Methoden besitzen, ein einzelnes α-Teilchen aus seinen Wirkungen „sichtbar" zu machen; die einfachste ist die Szintillationsmethode. Fallen α-Strahlen auf sogenannte Sidotblende, d. i. kristallinisches Zinksulfid, so rufen sie ein diskontinuierliches Leuchten hervor, das aus lauter einzelnen Lichtblitzen besteht und als Szintillieren bezeichnet wird. Jeder Lichtblitz entspricht einem auftreffenden α-Teil und es ist leicht ersichtlich, daß man diese Tatsache benützen kann



die Zahl der von einer radioaktiven Substanz pro Sekunde ausgesendeten α-Teilchen zu bestimmen. Derartige Zählungen sind zuerst von Regener ausgeführt worden.

Nach einer anderen Methode haben Geiger und Rutherford die Zahl der von 1 g Radium pro Sekunde emittierten α-Teilchen zu 34000 Millionen bestimmt.

Ein dritte sehr hübsche Methode ist kürzlich von Geiger angegeben worden, die im Prinzip die folgende ist. Zwischen einer sehr feinen Metallspitze und einer Metallplatte wird ein sehr starkes elektrisches Feld erzeugt, das gerade noch keine Entladung bewirkt. Jeder in den Raum zwischen Spitze und Platte eintretende α Strahl ruft nun eine Spitzenentladung hervor, die ein mit der Spitze verbundenes Elektrometer anzeigt.

Die α Strahlen sind sonach positiv geladene Heliumatome, die das radioaktive Atom mit einer bestimmten für das Atom charakteristischen Geschwindigkeit verlassen. Die Größe dieser Geschwindigkeit bestimmt die Weglänge (Reichweite), auf der das α-Teilchen seine Wirkungen auszuüben vermag. Da diese nur wenige Zentimeter Luft und Bruchteile von Millimetern fester Substanzen beträgt, so kann man ihre Wirkung leicht abschirmen.

2. Die β-Strahlen.

Die β-Strahlen oder Becquerel-Strahlen (nach ihrem Entdecker Becquerel) entsprechen ihrer Natur nach den Kathodenstrahlen. Sie sind negativ geladene Teilchen, Elektronen, und unterscheiden sich von den in Kathodenröhren auftretenden Kathodenstrahlen nur durch ihre größere Geschwindigkeit, derzufolge sie ein größeres Durchdringungsvermögen wie diese besitzen. Sie können einige Millimeter Metall, entsprechend größere Dicken von Holz, Karton und ähnlichen leichteren Körpern und einige Dezimeter Luft durchdringen. Zufolge ihrer sehr kleinen Masse, die nur $^1/_{7000}$ von der eines α-Teilchens beträgt, ist ihre kinetische Energie beträchtlich kleiner wie die der α-Teilchen, obwohl manche β-Strahlen fast 300000 km Geschwindigkeit besitzen. Sie üben daher auch auf gleichen Luftstrecken, so lange diese innerhalb der Reichweite der α-Strahlen liegen, viel geringere Wirkungen aus als die α-Strahlen. Andererseits kommen sie aber auch noch in Entfernungen zur Wirksamkeit, in denen α-Strahlen nicht mehr nachweisbar sind. Will man die β-Strahlen getrennt von den α-Strahlen untersuchen, so schiebt man so viel absorbierende Filter ein, als der Reichweite der betreffenden α-Strahlen entspricht.

Ladung, Masse und Geschwindigkeit der β-Strahlen können wieder durch Ablenkungsversuche im magnetischen und elektrischen Feld bestimmt werden. Die Verhältnisse liegen hier aber insofern komplizierter als bei den α-Strahlen, als ein und dieselbe radioaktive Substanz β-Strahlen verschiedener Geschwindigkeiten aussendet. Durch die Untersuchungen von v. Baeyer, Hahn und Meitner sind die β-Strahlengeschwindigkeiten fast aller radioaktiven Produkte festgelegt worden. Beispielsweise sendet Mesothorium verschiedene β-Strahlengruppen aus, deren schnellste eine Geschwindigkeit von etwa 285000 km besitzt, während die Geschwindigkeit der langsamsten nur 111000 km beträgt. Die langsamsten β-Strahlen, die nach dieser Methode überhaupt nachgewiesen wurden, haben eine Geschwindigkeit von 87000 km, also 29% Lichtgeschwindigkeit, die schnellsten eine Geschwindigkeit von 294000 km. (98% Lichtgeschwindigkeit.)

Je langsamer die β-Strahlen sind, um so geringer ist auch ihr Durchdringungsvermögen, und zwar nimmt das Durchdringungsvermögen etwa im Verhältnis von 1:50 ab, wenn sich die Geschwindigkeit nur im Verhältnis von 1:2 ändert. Daher kommen die ganz langsamen β-Strahlen nur in unmittelbarer Nähe des strahlenden Substanz zur Wirkung, während die schnellsten β-Strahlen erst in mehreren Millimetern Aluminium und 2—3 mm Blei vollständig absorbiert werden.

Die β-Strahlen sind also negative Elektronen, die von den radioaktiven Körpern emittiert werden. Die β-Strahlen einer und derselben radioaktiven Substanz besitzen nicht alle die gleiche Geschwindigkeit, sondern gehören verschiedenen Geschwindigkeitsgruppen an, die aber für die Substanz ebenso ckarakteristisch sind, wie beispielsweise das optische Spektrum für ein



chemisches Element. Die Größe der Geschwindigkeit bestimmt das Durchdringungsvermögen der Strahlen. In dem Maße als die β-Strahlen wachsende Schichtdicken durchdringen, nimmt ihre Intensität ab und zwar in erster Annäherung nach einem Exponentialgesetz.

3. Die γ-Strahlen.

Die γ-Strahlen bestehen nach den neuesten Untersuchungen nicht aus ausgeschleuderten Teilchen wie die α- und β-Strahlen, sondern beruhen auf einem dem Licht verwandten elektromagnetischen Schwingungsvorgang. Sie sind ihrer Natur nach mit den Röntgenstrahlen identisch, von denen sie sich wieder nur durch ihr beträchtlich größeres Durchdringungsvermögen unterscheiden. Die γ-Strahlen treten nie allein auf, sondern stets als Begleitstrahlung der β-Strahlen; nach neuesten Beobachtungen ist auch bei Körpern, die nur α-Strahlen emittieren, eine wenn auch sehr schwache γ-Strahlung vorhanden. Das Durchdringungsvermögen der harten γ-Strahlen ist mit dem schneller β-Strahlen verglichen etwa 100 mal so groß. Frau Curie konnte mit den γ-Strahlen eines sehr starken Radiumpräparates einen Bariumplatincyanürschirm noch zum Aufleuchten bringen, wenn die Strahlen durch den menschlichen Körper hindurchgegangen waren. Da die γ-Strahlen von den Knochen kaum erheblich mehr absorbiert werden als von den Weichteilen, so kann man mit γ-Strahlen keine scharfen Radiographien aufnehmen.

Indes muß hier bemerkt werden, daß auch die Durchdringungsfähigkeit der γ-Strahlen nicht nur für die verschiedenen radioaktiven Substanzen verschieden ist, sondern daß auch ein und dieselbe Substanz γ-Strahlen sehr verschiedener Durchdringbarkeit besitzt. Beispielsweise sendet Mesothorium zwei Gruppen von γ-Strahlen aus. Die eine Gruppe wird bereits in 0,25 mm Aluminium zur Hälfte absorbiert, während die zweite viel durchdringendere Strahlengruppe 60 mm Aluminium durchdringen muß, um auf die Hälfte ihrer Intensität herabgedrückt zu werden. Die übliche Behauptung, daß die γ-Strahlen durchdringender sind als die Röntgenstrahlen, ist also richtig so zu verstehen, daß bei den üblichen Versuchsanordnungen nur die durchdringenderen γ-Strahlen zur Wirksamkeit kommen, und daß eben diese γ-Strahlen ein beträchtlich (etwa 3—5 mal) größeres Durchdringungsvermögen besitzen als die härtesten Röntgenstrahlen. Es gibt aber, wie besonders die letzten Arbeiten von Rutherford und seinen Mitarbeitern beweisen, γ-Strahlen, die sehr viel weicher sind als die Röntgenstrahlen, und sogar noch viel leichter absorbiert werden als die β-Strahlen. Wenn man diese weichen γ-Strahlen für sich untersuchen will, kann man sie daher von den β-Strahlen nicht durch Einschieben absorbierender Filter trennen, sondern muß die β-Strahlen durch ein Magnetfeld ablenken.

Bei Versuchen, bei denen die α- und β-Strahlen durch absorbierende Filter ausgeschaltet werden, kommen nach dem eben Gesagten nur die harten γ-Strahlen zur Wirksamkeit. Die Frage der Ausschaltung von Strahlen durch Filter ist im allgemeinen eine schwierige. Denn selbst wenn man so dicke Bleifilter einschiebt, daß keine primären β-Strahlen mehr durchgehen können, werden doch von den γ-Strahlen sekundäre β-Strahlen im Blei erzeugt, die erst wieder, etwa durch Karton, abgeschirmt werden müssen.

Der radioaktive Zerfall der Atome.

Die Fähigkeit, Strahlen zu emittieren, erschöpft noch nicht das Wesen der radioaktiven Substanzen. Ihre eigentliche charakteristische Eigenschaft besteht in der spontanen Umwandlung der Atome. Während das Atom eines gewöhnlichen chemischen Elementes sich unter allen Umständen als unveränderlich erwiesen hat, unterliegt das radioaktive Atom einer zeitlichen stufenweisen Veränderung, die nach ganz bestimmten Gesetzen vor sich geht und auf deren Ablauf, soweit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, wir nicht den geringsten Einfluß nehmen können.

Die beiden Erscheinungen der Strahlenemission und der Atomumwandlung radioaktiver



Körper sind aber nicht zwei voneinander unabhängige Vorgänge, sondern sie bedingen sich gegenseitig. Der Zusammenhang zwischen Strahlenemission und Atomumwandlung ist ein so enger, daß, wie Soddy, v. Hevesy und Fajans in einer Reihe von Arbeiten dargelegt haben, die Art der Strahlenemission allein maßgebend ist für die chemische Natur des nach Abschleuderung des Strahles entstehenden neuen Atoms. Es ist nicht möglich, im Rahmen dieser Arbeit näher auf den Zusammenhang der chemischen Natur und der Strahlenemission der Radioelemente einzugehen. Für das Verständnis der radioaktiven Vorgänge genügt folgendes:

Das radioaktive Atom schleudert ein α- oder β-Teilchen aus und der um dieses Teilchen (Strahl) verminderte Atomrest ist eben nicht mehr das ursprüngliche Atom, sondern stellt ein neues Atom dar. Dieses neue Atom kann wieder einen Strahl emittieren und muß sich hierbei in ein drittes Atom verwandeln. Wir erhalten so eine Reihe von Atomen, die sich unter Strahlenemission ineinander umwandeln und diese Umwandlung hat erst dann ein Ende, wenn ein Atom entsteht, das nicht mehr radioaktiv ist. Wir können daher das Wesen einer radioaktiven Substanz dahin definieren, daß sie unter Strahlenemission in einen neuen Körper zerfällt. Radioaktive Substanzen, die durch sukzessiven Zerfall auseinander hervorgehen, bilden eine radioaktive Zerfallsreihe. Wir kennen zwei radioaktive Zerfallsreihen, die Uran-Radiumreihe und die Thoriumreihe. Alle bekannten radioaktiven Produkte nehmen ihren Ursprung entweder vom Uran oder vom Thorium. Beispielsweise ist das Mesothorium das Zerfallsprodukt des Thoriums, d. h. das Thoriumatom zerfällt in einen α-Strahl und in ein Mesothoratom. Das Mesothor hat ein anderes (natürlich kleineres) Atomgewicht wie das Thorium und ganz andere chemische Eigenschaften wie dieses. Es gehört zur Gruppe der Erdalkalien, während Thorium bekanntlich eine seltene Erde ist. Es ist also im chemischen Sinn ein neues Element. Das Mesothorium zerfällt seinerseits wieder unter Strahlenabgabe in Radiothor usw.

Das Gesetz, nach dem der Zerfall vor sich geht, ist folgendes. Von einer gegebenen Menge einer radioaktiven Substanz zerfällt pro Zeiteinheit immer derselbe Bruchteil. Dieser Bruchteil ist für verschiedene Substanzen verschieden, für ein und dieselbe Substanz aber unveränderlich. Wenn also beispielsweise von einer Substanz pro Minute die Hälfte der vorhandenen Menge zerfällt, so besagt dies, nach der ersten Minute ist die Hälfte der Substanz noch übrig, nach der zweiten Minute wieder die Hälfte der noch vorhandenen Menge, also ein Viertel, nach der dritten Minute ein Achtel usw. Der pro Zeiteinheit zerfallende Bruchteil eines radioaktiven Elementes ist eine für dieses Element charakteristische Konstante und wird als Zerfallskonstante bezeichnet. Nicht die Anzahl Atome, die pro Sekunde zerfallen, ist also die gleiche, sondern der Bruchteil der von den vorhandenen Atomen zerfällt, ist konstant. Es zerfällt daher pro Zeiteinheit eine um so kleinere Menge, je weiter die Umwandlung schon fortgeschritten ist, d. h. die pro Zeiteinheit zerfallende Menge ist der jeweilig vorhandenen Menge proportional und der Proportionalitätsfaktor ist eben die Zerfallskonstante. Die Zeit, in der ein Element zur Hälfte zerfällt, heißt Halbwertszeit. Der mathematische Ausdruck für das eben dargelegte Zerfallsgesetz ist das sogenannte Exponentialgesetz. Bezeichnet N_0 die zu Anfang vorhandene Menge, N die nach der Zeit t noch vorhandene, so gilt der Ausdruck $N = N^0 \, e^{-\lambda t}$, wobei e die Basis des natürlichen Logarithmus und λ die Zerfallskonstante, also den pro Zeiteinheit zerfallenden Bruchteil bedeutet. Zwischen der Halbwertszeit T und der Zerfallskonstante λ besteht die einfache Relation

$$T = \frac{\log 2}{\log e} \frac{1}{\lambda} = \frac{0{,}6931}{\lambda}.$$

Häufig findet man auch noch die sogenannte mittlere Lebensdauer angegeben. Ihre Beziehung zur Zerfallskonstante ist leicht dargelegt. λ bezeichnet ja den pro Zeiteinheit zerfallenden Bruchteil. Wäre die pro Zeiteinheit zerfallende Menge konstant, so würde von einer Menge 1 in jeder Zeiteinheit die Menge λ zerfallen, die ganze vorhandene Menge würde also



in der Zeit $1/\lambda$ zerfallen. Diese Zeit ist die mittlere Lebensdauer des betreffenden radioaktiven Elementes. Mit der Halbwertszeit T ist sie durch die Gleichung verknüpft

$$T_m = \frac{1}{\lambda} = T \times 1{,}44.$$

Die Behauptung, die Halbwertszeit des Mesothors beträgt 5,5 Jahre, besagt also, wenn ich Mesothor von Thorium abtrenne und sich selbst überlasse, so ist nach 5,5 Jahren noch die Hälfte der ursprünglichen Menge vorhanden, die andere Hälfte hat sich in Radiothor und die folgenden Produkte verwandelt. Nach 2 mal 5,5 Jahren = 11 Jahren ist noch 1/4 vorhanden usw. Andererseits zerfällt ja das Thorium ständig in Mesothorium. Wenn daher Thorium vom Mesothor abgetrennt wird, so muß es allmählich wieder Mesothor bilden und wenn das Mesothor selbst nicht zerfallen würde, so müßten sich mit wachsender Zeit immer größere Mengen von Mesothor im Thorium ansammeln. Das Mesothor zerfällt aber, und zwar wie oben gezeigt wurde, zerfallen um so mehr Atome, je mehr vorhanden, d. h. je mehr vom Thorium bereits nachgebildet worden sind. Dieser Zerfall verlangsamt die Zunahme des Mesothors im Thorium so lange, bis ebenso viele Atome Mesothor pro Zeiteinheit zerfallen als vom Thorium pro Zeiteinheit gebildet werden. Die im Thorium vorhandene Mesothormenge bleibt von diesem Moment an konstant. Dieser Zustand wird als radioaktives Gleichgewicht bezeichnet. Eine Reihe radioaktiver Substanzen stehen also untereinander in radioaktivem Gleichgewicht, wenn von allen gleich viel Atome pro Zeiteinheit zerfallen. Denn dann werden von jeder Substanz ebenso viele Atome neu entstehen als durch Zerfall verschwinden. Da der Atomzerfall von Strahlenemission begleitet ist, so senden radioaktive Produkte im Gleichgewicht gleich viele Strahlen aus, d. h. sie sind gleich stark radioaktiv. Hierbei ist noch folgendes zu beachten. Man habe beispielsweise ein radioaktives Produkt A im Gleichgewicht mit seinem Umwandlungsprodukt B. Besitzt A eine längere Lebensdauer wie B, so wird die Menge beider Produkte mit der Halbwertszeit des Produktes A abnehmen. Besitzt aber A die kürzere Lebensdauer, so wird A dieser Lebensdauer entsprechend verschwinden, wobei es eben in das Produkt B umgewandelt wird. Die Menge von B nimmt daher zuerst noch zu und erst nach längerer Zeit mit der ihm zugehörigen Halbwertszeit ab. Dies gilt natürlich auch für eine beliebige Anzahl von auseinander entstehenden Körpern. Die schließliche Abnahme erfolgt immer mit der Halbwertszeit des Produktes, das die längste Lebensdauer besitzt.

Die Zerfallsgeschwindigkeit der verschiedenen Substanzen einer radioaktiven Reihe ist auch bestimmend für die Mengen der einzelnen Produkte, die im Gleichgewicht vorhanden sind; denn von den im Gleichgewicht stehenden radioaktiven Substanzen zerfällt pro Zeiteinheit die gleiche Anzahl Atome. Je nachdem, ob diese Zahl zerfallender Atome einen kleinen oder großen Bruchteil der gesamten vorhandenen Atome ausmacht, sprechen wir vor einem langsamen oder schnellen Zerfall der Substanz und je nachdem hat λ einen kleinen oder großen Wert. Es müssen also in einer Reihe sich ineinander umwandelnder Körper im Gleichgewichtszustand die von den einzelnen Körpern vorhandenen Mengen sich umgekehrt wie die Zerfallsgeschwindigkeiten, also direkt wie die Halbwertszeiten verhalten. Da sich die Halbwertszeiten von Thorium und Mesothorium wie 1000 Millionen Jahre zu 5,5 Jahren verhalten, also wie rund $2 \times 10^8 : 1$, so müssen auch die Gleichgewichtsmengen von Thorium und Mesothorium in diesem Verhältnis zueinander stehen, d. h. ein Gramm Thorium enthält im radioaktiven Gleichgewicht 5×10^{-9} gr Mesothor oder in 200 Tonnen Thorium ist 1 gr Mesothor enthalten.

Die dargelegten Verhältnisse lassen auch leicht erkennen, wieso Messungen der Strahlungsintensität einer radioaktiven Substanz ein Maß für die vorhandene Menge dieser Substanz bieten. Jedem zerfallenden Atom entspricht nach dem oben Gesagten ein ausgeschleudertes Strahlenteilchen: je mehr Atome pro Sekunde zerfallen, um so mehr Strahlen werden pro Sekunde emittiert. Da nun die Zahl der pro Zeiteinheit zerfallenden Atome der Zahl der jeweilig vorhandenen Atome proportional ist, so ist die pro Zeiteinheit ausgesendete Strahlungs-



intensität der vorhandenen Substanzmenge proportional. Die Strahlungsintensität J muß sich daher nach demselben Exponentialgesetz mit der Zeit ändern, wie die vorhandene Substanzmenge. Bedeutet J_0 die Strahlungsintensität zurzeit Null, J die Intensität zurzeit t, so besteht die Beziehung

$$J = J_0 \, e^{-\lambda t},$$

wobei λ wieder die Zerfallskonstante darstellt.

Man sieht so ohne weiteres ein, wie man aus Strahlungsmessungen die Zerfallskonstante bestimmen und auch Aufschlüsse über die vorhandenen Mengen gewinnen kann, wenn man sein Meßinstrument einmal mit einer bekannten Menge radioaktiver Substanz geaicht hat. Derartige Aichungen nimmt man mit sogenannten Standardpräparaten vor, auf die noch weiter unten kurz eingegangen werden soll.

Der vorstehend skizzierte Prozeß gibt ganz allgemein das Wesen aller radioaktiven Prozesse wieder. Jedes radioaktive Atom zerfällt unter Strahlenemission in ein neues Atom, und dieser Vorgang schreitet so lange fort, bis ein stabiles Atom entsteht, das sich nicht weiter umwandelt. Dieses Endprodukt einer radioaktiven Umwandlung sammelt sich also im Laufe der Zeiten immer mehr an und muß mit einem unserer bekannten chemischen Elemente identisch sein. So sprechen manche Umstände dafür, daß das Endprodukt der Uranreihe das wohlbekannte Blei ist.

Wir kennen derzeit etwa 30 radioaktive Substanzen, die sich alle vom Uran oder vom Thorium herleiten.

Die Umwandlungsreihe des Uran-Radiums.

Der Beschreibung der Zerfallsprodukte des Urans sei zunächst eine Tabelle vorangestellt, die eine Übersicht dieser Produkte gibt.

Die in Klammer gesetzten Produkte nehmen insofern eine besondere Stellung ein, als sie nicht Umwandlungsprodukte des voranstehenden Elementes sind, sondern mit diesem gleichzeitig aus dessen Muttersubstanz entstehen und sich in uns nicht bekannte Produkte umwandeln. Sie bilden also eine Seitenlinie der Hauptzerfallsreihe.

Tabelle 1.

	Halbwertszeit	Strahlenart	Reichweite der α-Strahlen in Luft
Uran 1	$5,10^9$ Jahre	α	2,5 cm
Uran X_1	24,6 Tage	β und γ	
(Uran Y)	(25 Stunden)	(β)	
Uran X_2	1,15 Minuten	β und γ	
Uran 2	etwa 2 Millionen Jahre	α	2,9 cm
Jonium	„ 200,000 Jahre	α	3,0 cm
Radium	1800 Jahre	α und β	3,5 cm
Radiumemanation	3,85 Tage	α	4,23 cm
Radium A	3,0 Minuten	α	4,83 cm
Radium B	26,7 Minuten	β und γ	
Radium C	19,5 Minuten	β	
Radium C_2	Bruchteile einer Sekunde	α, β und γ	7,06 cm
(Radium C_1)	(1,4 Minuten)	(β)	
Radium D	16,5 Jahre	sehr langsame β und γ	
Radium E	5,0 Tage	β	
Radium F oder Polonium	136 Tage	α	3,86 cm
Blei?			

1. Uran, Uran X und Ionium.

Das Uran ist ein seit langem wohlbekanntes chemisches Element vom Atomgewicht 238,4. Es kommt in verschiedenen Mineralien vor, von denen das uranreichste die Pechblende aus **Joachimstal in Böhmen ist.**

Das aus den Mineralien dargestellte Uran enthält stets die Substanzen Uran 1, Uran X



und Uran 2. Uran 1 wandelt sich unter Aussendung von α-Strahlen in Uran X um. Mit der Bezeichnung Uran X faßt man die beiden Produkte Uran X_1 und Uran X_2 zusammen. Das unmittelbar aus dem Uran 1 entstehende Uran X_1 zerfällt unter β-Strahlenemission in Uran X_2; dieses sendet auch β-Strahlen aus und verwandelt sich hierbei in Uran 2. Das Uran 2 emittiert α-Strahlen und bildet das Ionium. Uran 1 und Uran 2 verhalten sich chemsich absolut identisch, können also voneinander nicht getrennt werden, obwohl sie α-Strahlen verschiedener Reichweite und ganz verschiedene Lebensdauer besitzen. Uran X_1 entsteht aus Uran 1 mit einer Halbwertszeit von 24 Tagen und bildet das Uran X_2 mit dessen Halbwertszeit von 1,15 Minuten. Wenn daher auch bei der Herstellung des Urans das Uran X abgetrennt wird, so ist es nach wenigen Wochen schon wieder mit dem Uran im radioaktiven Gleichgewicht. Das käufliche Uran enthält also wie schon früher erwähnt, die Produkte Uran 1, Uran X und Uran 2 und besitzt daher α-, β- und γ-Strahlen. Die Halbwertszeit des Urans beträgt 5000 Millionen Jahre, ist also sehr groß, und demgemäß ist die Aktivität des Urans relativ sehr gering.

Das Ionium ist das Umwandlungsprodukt des Uran 2 und die Muttersubstanz des Radiums. Es ist in seinen chemischen Eigenschaften mit dem Thorium identisch. Entdeckt wurde das Ionium von Boltwood, der es aus Uranmineralien abschied und zeigen konnte, daß aus ihm allmählich Radium entsteht. Die Umwandlung des Ioniums in Radium geschieht unter α-Strahlenemission. Die Halbwertszeit des Ioniums konnte nur indirekt erschlossen werden und wurde zu 200000 Jahren geschätzt.

Das Radium.

Das Radium ist das wichtigste und wohl auch allgemein bekannteste radioaktive Element. Seine Entdeckung und Darstellung durch Frau Curie war ja einer der Ausgangspunkte für die Entwicklung des neuen Gebietes der Radioaktivität. Da es aus dem Ionium, einem Zerfallsprodukt des Urans entsteht, muß es in allen uranhaltigen Mineralien und auch nur in solchen vorkommen. Dies ist auch tatsächlich der Fall. Da es ganz andere chemische Eigenschaften besitzt wie Uran, geht es bei der Uranherstellung in die sogenannten Rückstände des Uranminerals. Frau Curie hat ihre ersten Radiumpräparate aus den Rückständen der Pechblendeverarbeitung hergestellt.

Das Radium ist heute in seinen chemischen Eigenschaften ebensogut definiert wie irgendeines der gewöhnlichen Elemente. Es gehört zu der Gruppe der Erdalkalien, verhält sich also analog wie Barium, mit dem gemeinsam es auch zuerst von Frau Curie aus der Pechblende abgeschieden wurde, und zwar als Chlorid. Um das Radium vom Barium zu trennen, benutzte Frau Curie die Beobachtung, daß das Radiumchlorid in Wasser oder verdünnter Salzsäure schwerer löslich ist als das Bariumchlorid. Durch fraktionierte Kristallisation kann daher eine vollständige Trennung des Radiums vom Barium erzielt werden. Dies ist auch der heute noch übliche Gang zur Radiumdarstellung.

Das Atomgewicht des Radiums ist nach den genauesten Bestimmungen von Hönigschmid 225,95. Dies ist auch ungefähr der Wert, den man erwarten muß, wenn man berücksichtigt, daß sich das Uran-Atom unter Abgabe von drei α-Strahlen, also drei Heliumatomen (die von Uran 1, Uran 2 und Ionium abgegeben werden), in Radium verwandelt. Da Uran das Atomgewicht von rund 238, ein Heliumatom das Gewicht 4 besitzt, so muß das Atomgewicht des Radiums gleich sein $238 - 3 \times 4 = 226$.

Auch das Spektrum des Radiums ist heute genau bekannt. Die Bunsenflamme wird durch Radium karminrot gefärbt.

Das Radium sendet α- und wenig durchdringende β-Strahlen aus und bildet dabei die Radiumemanation, die ein Gas ist. Will man die Strahlung des Radiums für sich allein untersuchen, so muß man das Radium von der Emanation und deren Zerfallsprodukten befreien. Liegt das Radium in fester Form vor, so wird die Emanation durch längeres Glühen entfernt.



Hat man das Radium in Lösung, so kocht man die Lösung mehrere Stunden lang. Die Emanation wird dabei vertrieben und die Zerfallsprodukte der Emanation, die als aktiver Niederschlag bezeichnet werden, sind, da sie eine viel kürzere Lebensdauer besitzen, nach einigen Stunden praktisch vollkommen verschwunden. Man erhält also auf diese Weise das Radium frei von seinen Zerfallsprodukten.

Das entemanierte Radium sendet natürlich nur α- und β-Strahlen aus. Wegen der Nachbildung der Emanation und des aktiven Niederschlages nimmt mit wachsender Zeit sowohl die α-, als auch β- und γ-Aktivität eines solchen Präparates zu und wird nach etwa einem Monat praktisch konstant. Dann befindet sich das Radium wieder im Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten und seine Aktivität ändert sich nur insofern, als seine Menge durch den ständigen Zerfall abnimmt.

Diese Abnahme erfolgt aber sehr langsam, denn nach 2000 Jahren ist erst die Hälfte einer gegebenen Radiummenge durch Umwandlung verschwunden. Natürlich läßt sich eine so langsame Abnahme nicht durch direkte Beobachtungen feststellen. Indes gibt es mehrere indirekte Methoden, von denen die eleganteste und zugleich sicherste die von Rutherford und Geiger angewendete ist. Es ist schon weiter oben dargelegt worden, daß die von den α-Strahlen beim Auftreffen auf Zinksulfid erzeugten Szintillationen die Zahl der von einer bestimmten Menge einer radioaktiven Substanz ausgesendeten α-Strahlen zu zählen gestattet. Nun entspricht ja jedem α-Strahl ein zerfallendes Atom. Da nach Rutherford und Geiger 1 g Radium 34000 Millionen oder $3{,}4 . 10^{10}$ α-Teilchen pro Sekunde emittiert, so besagt dies von 1 g Radium zerfallen pro Sekunde $3{,}4 . 10^{10}$ Atome. Ein Gramm Radium enthält nun $2{,}7 . 10^{21}$ Atome; wenn von diesen pro Sekunde $3{,}4 . 10^{10}$ Atome zerfallen, so zerfällt die Hälfte $(= 1{,}35 . 10^{21})$ Atome in 1760 Jahren. Dieser Wert von 1760 Jahren wäre also die Halbwertszeit des Radiums. Indes liegt der wahre Wert vermutlich etwas höher, und zwar etwa bei 2000 Jahren. Der Bestimmung der Zahl $3{,}4 . 10^{10}$ liegt nämlich die Voraussetzung zugrunde, daß man die Menge des Radiums, für welche man die Zahl der emittierten α-Strahlen bestimmt, genau kennt. Zur Zeit, als Geiger und Rutherford ihre Versuche ausführten, war ein internationaler Radiumstandard noch nicht vorhanden und die von ihnen benutzten Vergleichspräparate scheinen nach den jetzigen Standardmessungen nicht ganz richtig gewesen zu sein. Die Zahl $3{,}4 . 10^{10}$ ist wahrscheinlich durch eine etwas kleinere zu ersetzen.

Das Radium wird meistens als Bromid oder als Chlorid in den Handel gebracht. Da heute die Bestimmungen des Radiumgehaltes meistens auf Radiummetall bezogen werden, seien hier noch folgende Angaben beigefügt:

Es entsprechen 10 mgr Radiummetall: 13,138 mgr Radiumchlorid, 17,076 mg Radiumbromid, 12,655 mg Radiumkarbonat.

Die Radiumemanation.

Die Radiumemanation ist das unmittelbare Zerfallsprodukt des Radiums. Das Radium zerfällt unter Ausstoßung eines α-Teilchens, also eines Heliumatoms in das Atom der Radiumemanation. Die Radiumemanation unterscheidet sich von anderen radioaktiven Substanzen nur dadurch, daß sie ein Gas ist. Ihre chemischen Eigenschaften sind genau erforscht. Die Radiumemanation gehört zur Gruppe der Edelgase, ihr Atomgewicht beträgt rund 222 und von ihrem Spektrum sind etwa hundert Linien bekannt, deren intensivste im grünen und violetten Teil liegen.

Die Radiumemanation sendet α-Strahlen aus, wobei das sogenannte Radium A das erste Produkt des aktiven Niederschlages, entsteht, das wie auch alle nachfolgende Produkte wieder ein fester Körper ist. Die Halbwertszeit der Emanation beträgt 3,85 Tage. Da die Emanation durch Auskochen vom Radium entfernt werden kann und ihre Umwandlungsprodukte selbst wieder feste Substanzen sind, die beim Auskochen natürlich beim Radium verbleiben, kann man die Emanation leicht frei von allen anderen Produkten herstellen. Man kocht die Radiumlösung und fängt die sich bildenden Dämpfe und Gase über Wasser auf. Da aber die aus der

Emanation sich bildenden Zerfallsprodukte eine viel kürzere Lebensdauer besitzen wie die Emanation, so nimmt die Aktivität der ausgetriebenen Emanation infolge der Nachbildung ihrer Zerfallsprodukte zunächst zu und erreicht nach drei Stunden ihr Maximum. Dann erst wird die Aktivität mit der der Emanation entsprechenden Halbwertszeit abnehmen. Die zugehörige entemanierte Radiumlösung zeigt natürlich das umgekehrte Verhalten. Ihre Aktivität nimmt zuerst infolge des Zerfalls des zurückgebliebenen aktiven Niederschlages ab, erreicht nach drei Stunden ein Minimum und steigt dann durch die Nachbildung der Emanation an. Nach vier Wochen ist das Radium wieder im Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten. Freilich ist dabei vorausgesetzt, daß die Lösung luftdicht abgeschlossen ist, so daß die (gasförmige) Emanation nicht entweichen kann. Dieselbe Vorsichtsmaßregel muß auch für feste Radiumpräparate beobachtet werden, weil auch diese häufig Emanation abgeben, deren Menge von äußeren Bedingungen und der Art der vorliegenden Verbindung abhängt. So emaniert Radiumchlorid oder -bromid mehr als Radiumsulfat; ferner begünstigt Feuchtigkeit die Emanationsabgabe. Genaue Messungen an Radiumpräparaten können daher nur vorgenommen werden, wenn die Präparate luftdicht verschlossen sind.

Die Menge Emanation, die mit 1 g Radium im Gleichgewicht steht, wird als 1 Curie bezeichnet. Das Volumen dieser Emanationsmenge beträgt 0,6 cmm. Man ersieht daraus, in welcher außerordentlichen Verdünnung im allgemeinen die Radiumemanation vorliegt. Den tausendsten Teil, also die Gleichgewichtsmenge von 1 mgr Radium bezeichnet man als Millicurie. Häufig wird der Emanationsgehalt eines Körpers, namentlich der Quellwässer, in sogenannten „Macheeinheiten" angegeben, die auf den Liter der Substanzmengen bezogen werden. Nach H. Mache und St. Meyer entspricht 1 Curie Emanation rund 2670 Millionen Macheeinheiten, ein Millicurie also 2,67 Millionen Macheeinheiten, d. h. ein Quellwasser von 2,67 Millionen Macheeinheiten Aktivität enthält im Liter die Emanation, die mit 1 mgr Radium im Gleichgewicht steht.

Der aktive Niederschlag des Radiums.

Unter der Bezeichnung aktiver Niederschlag faßt man alle Umwandlungsprodukte zusammen, die nach der Emanation kommen. Sie sind durchwegs feste Körper. Der aktive Niederschlag des Radiums besteht aus sechs Körpern, Radium A bis Radium F, die stufenweise auseinander entstehen. Ra A, Ra B und Ra C werden häufig als schnell zerfallender Niederschlag bezeichnet, weil Ra A in drei Minuten zur Hälfte aus der Emanation entsteht, und in derselben Zeit sich auch wieder zur Hälfte in Ra B umwandelt, das seinerseits eine Halbwertszeit von 26 Minuten besitzt und sich in Ra C verwandelt, dessen Halbwertszeit 19 Minuten beträgt. Ra A emittiert α-Strahlen, Ra B β- und γ-Strahlen, und zwar verhältnismäßig wenig durchdringende, Ra C endlich sendet α-, β- und γ-Strahlen aus. Die α-Strahlen von Ra C besitzen unter allen α-Strahlen der Uranreihe die größte Reichweite (7,06 cm), ebenso sind seine β- und γ-Strahlen sehr durchdringend.

Die durchdringende β- und γ-Strahlung der Radiumpräparate rührt also von den Strahlen des Ra C her.

Die Zerfallsprodukte Ra D, Ra E und Ra F bilden den langsam zerfallenden Niederschlag. Ra D wird auch Radioblei genannt, weil es bei der Herstellung des Radiums aus Pechblende gleichzeitig mit dem Blei vom Radium abgeschieden wird, von dem es sich nicht trennen läßt, es besitzt eine Halbwertszeit von rund 16,5 Jahren. Neu hergestellte Radiumpräparate enthalten kein Radium D und bilden erst nach 16,5 Jahren die Hälfte der zugehörigen Gleichgewichtsmenge nach. Das Radium D wandelt sich unter Aussendung sehr langsamer β-Strahlen in Ra E um. Ra E besitzt eine verhältnismäßig sehr starke β-Strahlung, keine γ-Strahlung und zerfällt in fünf Tagen zur Hälfte in Ra F oder Polonium, das α-Strahlen emittiert und eine Halbwertszeit von 136 Tagen hat. Das Polonium eignet sich besonders für Untersuchungen, bei denen man nur α-Strahlen zu verwenden wünscht.

Das Produkt, das beim Zerfall des Poloniums entsteht, ist vermutlich das gewöhnliche Blei. Dafür spricht erstens der Umstand, daß dieses Produkt das dem Atomgewicht des Bleies sehr naheliegende Atomgewicht 206 besitzen muß. Denn es entsteht durch fünf α-Umwandlungen aus dem Radium, sein Atomgewicht muß also gleich sein $226 - 5 \times 4 = 206$. Außerdem enthalten auch alle Uranmineralien Blei, und zwar die geologisch älteren immer mehr als die geologisch jüngeren, bei denen als oder radioaktive Umwandlungsprozeß noch nicht so lange vor sich gegangen ist.

Um den schnell zerfallenden aktiven Niederschlag (Ra A + Ra B + Ra C) zu erhalten, kann man entweder die Emanation in einem verschlossenen Gefäß sich selbst überlassen; der aktive Niederschlag setzt sich dann an den Wänden ab (eine Eigentümlichkeit, der er seinen Namen verdankt), von wo er durch verdünnte Säure abgelöst werden kann. Oder man kann in das Gefäß, das das Radium in gelöster oder fester, aber emanierender Form enthält, eine Metallplatte isoliert einführen. Das Gefäß und damit das Radiumpräparat wird mit dem positiven Pol, die Platte mit dem negativen Pol einer 110-Volt-Leitung verbunden. Der aktive Niederschlag sammelt sich dann an der negativen Platte, von wo er wieder abgelöst werden kann. Will man aus der Lösung des aktiven Niederschlages seine Produkte einzeln für sich erhalten, so braucht man nach v. Lerch nur eine Nickelplatte in die Lösung zu tauchen. Das Ra C schlägt sich in etwa 10 Minuten fast quantitativ auf der Nickelplatte nieder und die Lösung enthält dann fast reines Ra B, da ja Ra A schon in drei Minuten zur Hälfte verschwunden ist. Übrigens sind jetzt die chemischen Eigenschaften der einzelnen Produkte so genau bekannt, daß man auch rein chemische Trennungen ausführen kann, bei welchen nur die geringe Lebensdauer der Produkte eine gewisse Schwierigkeit bietet.

RaD + RaE + RaF kommen in den Handel in der Form des aus der Pechblende gewonnenen Bleichlorids. Aus diesem läßt sich zwar nicht RaD herstellen, weil es ja von Blei nicht getrennt werden kann, wohl aber RaE und RaF. Wenn man nämlich aus einer Lösung dieses Bleichlorids das Blei auskristallisieren läßt, so bleiben RaE und RaF in Lösung.

Taucht man ein Nickelblech in die Lösung, so schlägt sich auf demselben das RaE nieder. Taucht man Kupfer oder Wismut in die Lösung, so scheidet sich Polonium aus. In dieser Form, nämlich auf Kupfer niedergeschlagen, wird das RaF (Polonium) auch in den Handel gebracht. Der Preis wird nach der Größe der aktiven Fläche berechnet (1 cm² zirka 10 Mark).

Die Umwandlungsreihe des Thoriums.

Tabelle 2.

	Halbwertszeit	Strahlenart	Reichweite der α-Strahlen in Luft
Thorium	10^9 Jahre	α	2,72 cm
Mesothorium 1	5,5 Jahre		—
Mesothorium 2	6,2 Stunden	β und γ	—
Radiothorium	2,0 Jahre	α	3,9 cm
Thorium X	3,65 Tage	α und β	5,7 cm
Emanation	53 Sekunden	α	5,5 cm
Thorium A	0,14 Sekunden	α	—
Thorium B	10,6 Stunden	β und γ	—
Thorium C ($C_1 + C_2$)	60,5 Minuten	α und β	5,0 und 8,6 cm
Thorium D	3,1 Minuten	β und γ	—

Das Thorium ist das Anfangsglied der zweiten radioaktiven Zerfallsreihe. Als chemisches Element ist es seit langem wohlbekannt. Es gehört zur Gruppe der seltenen Erden, besitzt das Atomgewicht 232,4 und zerfällt unter Aussendung von α-Strahlen in 1000 Millionen Jahren zur Hälfte in seine Zerfallsprodukte. Die Aktivität des Thoriums, frei von seinen Zerfallsprodukten, ist etwa gleich der reinen Urans, also praktisch sehr gering.

Das wichtigste Ausgangsmaterial für die technische Herstellung des Thoriums ist der



aus Brasilien stammende Monazitsand, der zwar nur wenige Prozente Thorium enthält, aber in sehr großen Mengen zur Verfügung steht.

Das unmittelbare Umwandlungsprodukt des Thoriums ist das Mesothorium. Wenn man von Mesothorium kurzweg spricht, so bezeichnet man damit die beiden Körper Mesothorium 1 und Mesothorium 2. Mesothorium 1 ist das direkte Zerfallsprodukt des Thoriums und bildet selbst wieder das Mesothorium 2. Da die Halbwertszeit des Mesothor 1 = 5,5 Jahre, die des Mesothor 2 = 6,2 Stunden beträgt, so ist Mesothor 1 wenige Tage nach seiner Herstellung im Gleichgewicht mit Mesothor 2. Bei der Herstellung von Mesothorium handelt es sich also lediglich um die Gewinnung von Mesothor 1, das dann automatisch Mesothor 2 nachbildet.

Das Mesothorium 1 ist in seinem chemischen Verhalten mit dem Radium identisch und wird daher nach einem ganz ähnlichen Verfahren gewonnen wie dieses. Bei der Verarbeitung der Thormineralien bleibt es bei den Rückständen, ganz analog wie das Radium bei der Uranfabrikation. Aber der kleine Thoriumgehalt des Ausgangsmaterials und die größeren Schwierigkeiten bei der Darstellung des Mesothors bringen es mit sich, daß man viel größere Mengen verarbeiten muß. So erhält man aus einer Tonne (1000 kg) Monazitsand nur 2—2,5 mg Mesothoriumbromid, während aus 1000 kg guter Pechblende etwa 200 mg Radiumbromid gewonnen werden.

Die Umwandlung des Mesothor 1 in Mesothor 2 erfolgt ohne nachweisbare Strahlenemission. Die starke β- und γ-Strahlung der Mesothorpräparate rührt vom Mesothorium 2 her, das unter Aussendung dieser Strahlen in das nächstfolgende Produkt, das Radiothor, zerfällt.

Das Radiothor ist chemisch identisch mit Thorium, von dem es nicht getrennt werden kann. Um es zu gewinnen, muß man Mesothorpräparate verwenden, die alt genug sind (nach ihrer Herstellung aus dem Thorium), um Radiothor in größeren Mengen zu enthalten. Das Radiothor sendet α-Strahlen aus und zerfällt dabei in 2,0 Jahren zur Hälfte in das Thorium X. Da alle nach dem Radiothor folgenden Produkte, nämlich Thorium X, die Thoriumemanation und der aktive Niederschlag des Thoriums eine im Verhältnis zur Lebensdauer des Radiothors sehr kurze Lebensdauer besitzen, so enthält Radiothor einen Monat nach seiner Herstellung diese Produkte im Gleichgewicht. Die in den Handel kommenden Radiothorpräparate sind stets in diesem Gleichgewichtszustand und senden daher nicht nur α-Strahlen, sondern auch die vom aktiven Niederschlag herrührenden β- und γ-Strahlen aus.

Die dargelegten Umwandlungsprozesse lassen nun leicht übersehen, wie sich frisch hergestellte Mesothorpräparate verhalten müssen. Zunächst senden sie nur β- und γ-Strahlen aus. In dem Maße, als Radiothor nachgebildet wird, treten auch α-Strahlen auf und die Aktivität der β- und γ-Strahlen steigt auch an. Gleichzeitig mit dem Entstehen des Radiothors geht aber eine wenn auch langsamere Abnahme (entsprechend der größeren Halbwertszeit) des Mesothors vor sich. Die Aktivität nimmt daher erst mehrere Jahre zu, erreicht nach rund drei Jahren ein Maximum, nimmt dann zunächst langsamer und nach etwa zehn Jahren mit der Halbwertszeit von 5,5 Jahren ab.

Diese Zahlenverhältnisse gelten indes für die technisch hergestellten Präparate nicht. Diese enthalten nämlich wegen der chemischen Identität von Radium und Mesothor immer das im Ausgangsmaterial vorhandene Radium. Der meist verwendete Monazitsand enthält Radium in einer Menge, die sich an der Strahlung der Mesothorpräparate zu 25 % beteiligt und die oben angegebene zeitliche Abnahme der Strahlung verringert. Nach zehn Jahren ist die Aktivität der technischen Mesothorpräparate etwas geringer als zur Zeit der Herstellung, nach 16—18 Jahren etwa halb so stark und schließlich, wenn alles Mesothor zerfallen ist, bleiben die 25 % Radium übrig.

Diese Zahlenangaben schwanken etwas, je nachdem, ob man die Aktivität aus der β- oder γ-Strahlung mißt. Die oben angegebenen Zahlen beziehen sich auf γ-Strahlenmessungen.



Das Thorium X ist das Zerfallsprodukt des Radiothors und die Muttersubstanz der Thoriumemanation. Thorium X besitzt α-Strahlen und zwei Gruppen sehr langsamer β-Strahlen und zerfällt zur Hälfte in 3,65 Tagen. Die Emanation ist wieder ein gasförmiger Körper und zerfällt unter Aussendung von α-Strahlen in 53 Sekunden zur Hälfte in den aktiven Niederschlag des Thoriums, der die Produkte Thorium A, Thorium B, Thorium C und Thorium D umfaßt. Wegen der kurzen Lebensdauer der Emanation kann man Thorium X nicht für längere Zeit von der Emanation befreien. Dagegen kann man Radiothor leicht durch Abtrennung des Thorium X „entemanieren". Das Thorium X spielt jetzt in der Medizin eine gewisse Rolle, es läßt sich vom Radiothor abtrennen und besitzt unmittelbar nach seiner Herstellung (meist in Form einer physiologischen Kochsalzlösung) nur seine eigenen und die von der Emanation herrührenden α-Strahlen. Etwa 36 Stunden nach seiner Herstellung ist es aber praktisch im Gleichgewicht mit dem aktiven Niederschlag, der α-, β- und γ-Strahlen aussendet, so daß dann die Thorium X-Präparate auch alle drei Strahlenarten besitzen. Es mag hier vielleicht noch angeführt sein, daß die α-Strahlen des Thorium C die größte Reichweite (8,6 cm) unter allen α-Strahlen haben und daß die γ-Strahlen von Thorium D die durchdringendsten γ-Strahlen sind, die wir kennen.

Die Aktiniumreihe

Die Aktiniumreihe entsteht ebenfalls aus dem Uran, doch ist es noch nicht gelungen, festzustellen, bei welchem Produkt der Uranreihe sie abzweigt. Sie besitzt für den Nichtphysiker wenig Interesse. Es sei daher hier nur ihre Zerfallsreihe angegeben.

Tabelle 3.

	Halbwertszeit	Strahlenart	Reichweite der α-Strahlen in Luft
Aktinium	etwa 30 Jahre	?	—
Radioaktinium	19,5 Tage	α und β	4,8 cm
Aktinium X	11,5 Tage	α	4,4 cm
Aktiniumemanation	3,9 Sekunden	α	5,8 cm
Aktinium A	$^1/_{500}$ Sekunde	α	6,5 cm
Aktinium B	36 Minuten	β	—
Aktinium C	2,15 Minuten	α	5,4 cm
Aktinium D	4,7 Minuten	β und γ	—

Meßmethoden.

Die Messung der Aktivität und damit der Menge einer radioaktiven Substanz geschieht zumeist durch die Messung der Ionisation, die ihre Strahlen hervorrufen. Am einfachsten ist die elektroskopische Methode. Man mißt hierbei die Zeit, die nötig ist, um einen bestimmten Spannungsabfall zu erzeugen. Je stärker die Strahlung ist, um so stärker wird die erzeugte Ionisation sein und um so rascher wird die Entladung des Elektroskopes erfolgen. Die Strahlungsintensitäten verhalten sich also unter sonst gleichen Bedingungen umgekehrt wie die Entladungszeiten. Je nach dem, ob man α-, β- oder γ-Strahlen messen will, muß man dem Elektroskop verschiedene Formen geben.

Die für α-Strahlen bestimmten Elektroskope müssen den Strahlen möglichst direkt Zutritt gestatten, weil ja die α-Strahlen schon in ganz geringen Schichtdicken absorbiert werden. Die Größe des Ionisierungsraumes wählt man zweckmäßig so, daß die größte Reichweite der α-Strahlen noch ausgenutzt werden kann.

Für β-Strahlen verwendet man Elektroskope, bei denen die Strahlen durch etwa 0,05 mm Aluminium eintreten, so daß α-Strahlen nicht mehr einwirken. Auch macht man den Ionisierungsraum größer wie bei α-Strahlenelektroskopen, weil sonst die β-Strahlen zu geringe Wirkungen ausüben.

γ-Strahlenelektroskope müssen, um sicher alle β-Strahlen auszuschließen, mindestens eine Wandstärke von 3 mm Blei besitzen.

Eine besondere Art von Elektroskopen dienen der Untersuchung der Radioaktivität von Quellwässern. Die dazu dienenden Apparate werden als Fontaktoskope bezeichnet und sie bestimmen die Aktivität der eingeführten Substanz aus ihrem Gehalt an Radiumemanation in Macheeinheiten. Diese Apparate werden von Günther & Tegetmeyer in Braunschweig geliefert.

Was nun die Bestimmung der Menge einer radioaktiven Substanz aus Aktivitätsmessungen betrifft, so bieten sich da allerlei Schwierigkeiten, die man nur durch mehr oder minder willkürliche Festsetzungen umgehen kann.

Sehr schwache Präparate wurden früher häufig in „Uraneinheiten" angegeben, also auf α-Strahlenmessungen zurückgeführt. Da aber die Aktivität einer α-strahlenden Substanz wegen der großen Absorbierbarkeit der α-Strahlen sehr stark von der Dicke der Schicht abhängig ist, hat man diese Vergleichsmethode heute so ziemlich aufgegeben.

Man verwendet jetzt allgemein als Standard das Radium im Gleichgewicht mit der Emanation, RaA, RaB und RaC. Dieses kann ja in so großen Mengen dargestellt werden, daß man die Menge direkt durch Wägung feststellen kann. Durch Messung der γ-Strahlen einer gewogenen Menge Radium in definierter Stellung gegenüber einem bestimmten Elektroskop kann man also feststellen, welche γ-Strahlung 1 mgr Radium (Metall) entspricht. Alle anderen technisch wichtigen radioaktiven Substanzen werden dann nach Radiumäquivalenten gemessen. Das bedeutet folgendes: Wenn man etwa von einem Mesothorpräparat angibt, seine Menge betrage 1 mgr (Radium) so besagt dies, die γ-Strahlen dieses Mesothorpräparates rufen bei gleicher Versuchsanordnung dieselbe Ionisation hervor wie 1 mgr Radium. Natürlich liegt in dieser Bestimmung eine gewisse Willkür, weil ja die γ-Strahlen des Mesothors eine andere Durchdringbarkeit besitzen wie die des Radiums und eine Mesothormenge, die nach ihrer γ-Strahlung in einer bestimmten Versuchsanordnung 1 mgr Radium entspricht, bei einer anders gewählten Versuchsanordnung nicht mehr genau dieser Menge entsprechen würde. Es ist daher nötig, bei diesen Vergleichsmessungen ein für allemal eine ganz bestimmte Versuchsanordnung festzulegen. Man hat sich geeinigt, die Messungen durch 5 mm Blei hindurch vorzunehmen, wobei die Präparate in dünnwandige Glas- oder Silberröhrchen eingeschmolzen werden. Je nach der Stärke der Präparate geschieht ihr Vergleich mit dem Radiumstandard in größerer oder geringerer Entfernung vom Elektroskop. Derartige Messungen werden von der physikalisch-technischen Reichsanstalt ausgeführt.

Abgesehen von der Bestimmung der Stärke ergibt sich auch noch die Notwendigkeit, zu entscheiden, ob das vorgelegte Präparat Radium oder Mesothorium ist und im letzteren Fall auch noch, ob man es mit neuen oder alten Substanzen zu tun hat. Neue radiothorfreie Mesothorpräparate sind nämlich wirtschaftlich wertvoller als alte. Diese Unterscheidung muß natürlich ohne jeden äußeren Eingriff durchgeführt werden. Dies gelingt, wenn man die etwas verschiedene Durchdringbarkeit der γ-Strahlen von Radium, Mesothor und Radiothor berücksichtigt. Hahn hat γ-Strahlenabsorptionskurven mit solchen Präparaten aufgenommen und gezeigt, daß man verschiedene Absorptionskurven erhält, die entscheiden lassen, ob Radium, altes oder neues Mesothor oder Radiothor vorliegt. Die große Unsicherheit, die noch vor wenigen Jahren allen derartigen Messungen anhaftete, ist jetzt durch die Aufstellung eines internationalen Radiumstandards, an den alle interessierten Stellen Standards anschließen lassen können, beseitigt.

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Jena. (Direktor: Prof. Dr. Max Henkel.)

Vulvakarzinom und Strahlentherapie.

Von

Dr. **Albrecht Winkler.**

Das Vulvakarzinom gehört im allgemeinen zu den seltenen Erkrankungen. Eine Zusammenstellung von Savaré (Centralblatt d. ges. Gyn. u. Geb., sowie d. Grenzgebiete) z. B. zeigt, daß sich unter 300 Karzinomen der weiblichen Genitalien nur 12 befanden. In der Freiburger Klinik (Rothschild: Inaug.-Diss. Freib.) wurden unter 9643 gynäkologischen Fällen nur 6 und in der Jenenser Klinik unter ca. 7500 nur 17 Karzinome der Vulva gezählt. — Die Häufigkeit in bezug auf den Krebs des übrigen weiblichen Geschlechtsapparates ist nach Virchow 1:35—40, nach Gurlts 1:48, nach Schwarz 1:38. — Das Alter der Patientinnen schwankt zwischen 55 und 70 Jahren. Es verliert an Bösartigkeit, je später es in Erscheinung tritt (Teller [Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. 1908, Bd. 61], Machenhauer, Henkel.) Die Entstehungsursache beruht nach zahlreichen Autoren auf leukoplakischer Grundlage. Ebenso ist in vielen Fällen Pruritus vulvae vorher beobachtet worden. Jung hat bei 8 von 13 Fällen vorher Kraurosis der Vulva konstatiert. — Es handelt sich beim Vulvakarzinom meist um Plattenepithelkrebse sog. Kankroide, die besonders häufig von der Klitoris ausgehen, auch von den Labien, seltener von den Bartholinischen Drüsen (Orth). — Die Leistendrüsen werden sehr bald ergriffen und auch überschritten, worin die Malignität des Vulvakrebses in der Hauptsache zu suchen ist.

Die Behandlung ist bis jetzt die Operation gewesen, und zwar meist eine möglichst radikale, d. h. bei nicht mehr frischen Fällen eventuell Totalextirpation der Vulva, Entfernung der Leistendrüsen beiderseits und Entfernung der Drüsen im kleinen Becken extraperitoneal (Stöckel, ref. Centr. f. Gyn. 1912). Andere haben sich bei nicht infiltrierten Drüsen darauf beschränkt, nur das Karzinom selbst, und zwar mit dem Glühmesser zu entfernen, und dadurch leichter ein lokales Aufflackern vermieden. (Henkel.) — Im ganzen sind aber die Resultate, was die Rezidivfreiheit anbetrifft, schlecht. Nach einer Zusammenstellung von Schulze waren nach 5 Jahren von 114 Patientinnen mit operiertem Vulvakarzinom noch 14 gesund. Von Hannes wurden $10\,^0/_0$ berechnet, von Kehrer $7\,^0/_0$. Rothschild gibt von 400 Fällen bei einer Nachbeobachtung von 5 Jahren nur $4{,}87\,^0/_0$ Dauerheilungen an. — Bemerkenswert ist, daß in manchen wenigen Fällen ein Rezidiv erst nach 8, sogar 10 Jahren auftrat.

Infolge der wenig günstigen Aussichten, die also eine Operation des Vulvakarzinoms bietet, ist nun auch der Versuch gemacht worden, ihm mittels der Strahlentherapie zu Leibe zu gehen. Bei einzelnen Patientinnen wurde der Versuch mit Strahlenbehandlung ohne vorherige Operation ausgeführt, z. B. bei inoperablen Fällen, bei anderen postoperativ. Die Erfolge sind zum Teil ausgeblieben, zum Teil muß wohl erst die Zeit die „Heilung" bestätigen, wenigstens die Dauerheilung.

Im folgenden sind nun verschiedene Fälle zusammengestellt, die mit Röntgenstrahlen behandelt wurden.

So berichtet Heimann (Monatsschrift f. Geburtsh. u. Gynäkologie, Band 37) über eine Patientin, die im Mai 1911 operiert worden war, aber im Februar 1912 mit einem Rezidiv wiederkam. Es erfolgte Radikaloperation, trotzdem erschienen nach vier Wochen wieder Rezidivknoten, und es mußten in der Folge drei Operationen vorgenommen werden. Nach der letzten wurde sofort mit der Bestrahlung begonnen. Es wurde unfiltriert fast eine Erythemdosis appliziert und dies nach 3—4 Wochen wiederholt. In der ersten Zeit wurde, um auch die tiefergelegenen Partien mit zu treffen, eine harte Röhre von 9 Wehnelt genommen, später eine von 6—7 Wehnelt. Rezidive stellten sich bis zur Veröffentlichung des Falles nicht ein.





Über einen Fall, dessen Behandlung noch nicht abgeschlossen war, berichtet Runge (Monatsschrift f. Geb. u. Gyn., Bd. 36: Ergänzungsband). Er hält den Vorschlag von Kelen und Gauß: „Röntgenbehandlung nach Radikaloperation“ nicht für aussichtslos und hat die Bestrahlung 14 Tage nach der Operation begonnen. Er gab eine knappe Erythemdose auf die Operationswunde. Trotzdem trat nach sechs Wochen ein Rezidivknoten auf. Die Röhre hatte 7—8 Wehnelt, Fokushautabstand betrug 32 cm, die Belastung 1,5—2 Milliampère. Unter Kontrolle mittels Sabouraud-Noiréescher Streifen wurden dann 3—4 Holzknecht-einheiten auf die Vulva appliziert in einer Zeit von 10—14 Minuten. Die Bestrahlung wurde ohne Filter vorgenommen und nach 2—3 Wochen wiederholt. Der Erfolg steht noch aus.

H. Eltze schreibt von einer postoperativen Bestrahlung (Centralbl. f. Gyn.), daß frühzeitig behandelte Karzinomrezidive in ihrer Ausbreitung entschieden gehemmt, sowie Schmerzen und Jauchung gelindert wurde. Eine Heilung trat nicht ein.

Auf der Geburtshilflichen Gesellschaft zu Hamburg berichtete Calmann (ref. Fortschritte a. d. Geb. d. R., Bd. XX, 3) von zwei Klitoris- und Harnröhrenscheidenkarzinomen, von denen zwei radikal operiert und nachher bestrahlt wurden. Bis zur damaligen Veröffentlichung waren, nach also 8 und 10 Monaten, keine Rezidive aufgetreten. In dem dritten Fall, der über zwei Jahre beobachtet werden konnte, wurden weder Rezidive geheilt, noch — nach viermal ausgeführter Rezidivoperation — neue Rezidive verhütet.

Genauer referiert wird über die Behandlung eines Epithelioms der Vulva mit Röntgenstrahlen von Reymond und Chanoy (Fortschr. a. d. Gebiet d. Röntg., Bd. VII). Bei einer 54jährigen Patientin wurde ein kleines induriertes Geschwür im linken großen Labium exstirpiert. Nach einigen Monaten trat ein Rezidiv auf. Im Verlauf von drei Jahren wurden nun ca. 1100 gr Chinin gegeben, was gut vertragen worden ist. Das Allgemeinbefinden blieb günstig, die subjektiven Beschwerden gingen zurück, aber der Tumor wurde langsam größer. Schließlich war ausgesprochene Kachexie eingetreten. Der Tumor wuchs rasch, die Schmerzen wurden unerträglich, Harn- und Stuhlentleerung wurden durch das Wachstum behindert. Hier setzte die Röntgenbehandlung ein. Die Entfernung der Röhre betrug meist 10 cm, die durchschnittliche Dauer der Sitzungen 12 Minuten, zweimal in der Woche. Während der Behandlung trat vorübergehend eine leichte Dermatitis (1. Grades) auf. Nach fünf Sitzungen gehen reichliche Gewebstrümmer ab. Das Befinden verschlechtert sich wesentlich. Trotzdem wird die Behandlung fortgesetzt. Nach der 7. Sitzung lassen die Schmerzen nach und der Appetit wird gehoben. Nach der 15. wird eine Zunahme des Körpergewichtes konstatiert. Das Allgemeinbefinden hebt sich weiter. Nach der 28. Sitzung wird auch örtlich ein günstiger Befund, teilweise Vernarbung usw. verzeichnet. Die Therapie wird fortgesetzt. Über den Ausgang konnten keine weiteren Veröffentlichungen gefunden werden.

Jung (Gyn. Rundschau 1910) läßt die Röntgenbehandlung des Vulvakarzinoms nur bei inoperablen Fällen als Palliativmaßregel gelten, sonst Radikaloperation.

Ebenso scheint die Freiburger Klinik die Röntgen- und Radiumbestrahlung nur zur Nachbestrahlung zu empfehlen (Rothschild: Inaug.-Diss., Freiburg 1913).

Reifferscheid (Röntgentherapie i. d. Gyn.) wendet die Bestrahlung nur bei inoperablen Karzinomen an und hat Schmerzen und Blutung damit bekämpft. Eine definitive Heilung erwartet er nicht.

Nach Veits Ansicht (Handbuch d. Gyn.) kommt jetzt die Röntgentherapie neben der Operation ernstlich in Frage. Er bestrahlt mit weichen Röhren jedesmal 10 Minuten und nur ein-, zweimal in der Woche. Im ganzen nur 3—4 Sitzungen, dann erst nach einigen Wochen wieder Fortsetzung. Als Nachbehandlung nach diesen wie auch anderen Krebsoperationen schlägt er die Homogenbestrahlung mit harten Röhren vor. Granulierende Wunden werden zwei- bis dreimal während der Heilung mit weichen Röhren bestrahlt.

Keine Erfolge hat Prochownik (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XX, 3) bei der Be-

strahlung von Vulvakarzinomen erlebt. Er tritt für die Radikaloperation nach Stöckel ein; ebenso Allmann-Hamburg.

Frank Schulz (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XIX, 4) faßte seine Erfahrungen über die Behandlung der Vulva wie folgt zusammen: Die größtzulässigen Röntgendosen scheinen $^3/_4$ Volldosen zu sein. Die Zeitabstände zwischen den Bestrahlungen müßten von vornherein länger als 3 Wochen gewählt werden. Die Schleimhaut und Haut der großen Labien ist die einzige Stelle, die mit Sicherheit als überempfindlich bezeichnet werden können. Diese Haut neigt zur Atrophie schon bei Dosen, welche die übrige Haut vollkommen unverändert lassen. Auch ist die Neigung zu Telangiektasien sehr ausgesprochen.

Ohne wesentliche Veränderungen zu erzielen, haben Werner und Caan ein Vulvakarzinom bestrahlt (Münch. med. Wochenschr. 1905).

Kehrer (Zentralblatt f. Gyn. 1912) erwartet von der Röntgentherapie des Vulvakarzinoms nichts, im günstigsten Falle Überhäutung, aber keine Beseitigung.

Es ist nun weiter versucht worden, die Röntgenstrahlen in Kombination mit Mesothorium zur Heilung des Vulvakrebses anzuwenden.

So berichtet Bumm (Münchn. med. Wochenschr. 1913) von mehreren Fällen, die nach dieser Behandlung klinisch geheilt schienen, d. h. es war örtlich eine völlige Vernarbung eingetreten und die Probeexzision ließ keine Karzinomgewebe mehr erkennen. Von 4 Krebsen der Vulva und Vagina gibt er folgendes an: Es wurden appliziert im

ersten Fall: 62 x, 6200 Milligramm-Stunden, 60 Tage lang;
im zweiten Fall: 3600 x, 14200 Milligramm-Stunden, 68 Tage lang;
im dritten Fall: 3500 x, 8900 Milligramm-Stunden, 67 Tage lang;
im vierten Fall: 802 x, 14490 Milligramm-Stunden, 49 Tage lang.

Von diesen Patientinnen war damals allerdings noch keine länger als ein halbes Jahr geheilt. Doch scheint durch eine Umstimmung des Gewebes jede Neigung zu neuen karzinomatösen Wucherungen zu fehlen, ja die Heilungstendenzen sollen auch ohne weitere Behandlung fortbestehen. Bumm spaltet jeden größeren Tumor vor der Bestrahlung, um ihn so für die Strahlen zugänglicher zu machen.

Sigwart (med. Klinik 1913) hält die Strahlentherapie bei inoperablen Karzinomen und Rezidiven allen anderen Verfahren gegenüber für überlegen. Bei den günstigen Erfahrungen mit Plattenepithelkrebsen hält er es für angebracht, alle Vulva- und Vaginalkarzinome nicht mehr der Operation, sondern der Bestrahlung zu unterziehen.

Auch Krömer berichtet über günstige Erfahrungen bei Behandlung eines Vulvakarzinoms mit Röntgenstrahlen und Mesothorium (Ref. i. d. gyn. Rundschau 1913). Nur soll die Patientin eine Überempfindlichkeit gegen das Mesothorium gehabt haben. Es soll dadurch ein Pruritus der Vulva hervorgerufen worden sein, der die Operation notwendig machte, so daß eine Heilung nicht abgewartet werden konnte. Er bestrahlt alle Operationsnarben während der Rekonvaleszenz 2—3 Stunden täglich mit Mesothorium. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Strahlentherapie (Röntgentiefentherapie) Heilung verspricht bei allen äußeren Krebsen, einschließlich der Vagina und Portio, sie unterstützt die operative Therapie, insofern sie inoperable Fälle bessert, zum wenigsten Jauchung und Fötor beseitigt. Die Drüsenmetastasen konnten bisher noch nicht in günstiger Weise beeinflußt werden. Erfahrungen, die von den meisten Strahlentherapeuten gemacht worden sind.

Mit Mesothorium allein hat Gauß ein Vulvakarzinom behandelt und geheilt.

Gute Erfahrungen hat auch Jung in einem Fall gemacht, wo er ein Vulvakarzinom mit 100 mgr Mesothorium allein in 2 mm Bleifilter bestrahlt hat.

Weiter ist auch Radium mit und ohne Kombination angewandt worden.

Für die kombinierte Methode, Röntgenstrahlen mit Mesothorium oder Radium tritt Krönig (Münchn. med. Wochenschr. 1913) ein. Er sagt: „Bei allen denjenigen Karzinomen, welche der Betastung und Beobachtung leicht zugänglich sind und bei denen die Entfernung von der



strahlenden Substanz keine sehr große ist, scheint die nicht operative Behandlung vorzuziehen zu sein. In Betracht kommen: Mamma-, Scheiden-, Vulva- und Zervixkarzinome."

Latzko, Wien (Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gyn., Bd. 38, 15) tritt für die Radiumbehandlung bei flachen Epitheliomen der Vulva und Vagina ein; jedoch sollen die Leistendrüsen vorher operativ entfernt werden.

Weniger gute Resultate hatte Jakobs, Brüssel (Münchn. med. Wochenschr. 1913) mit der Radiumtherapie bei Karzinomen der äußeren Genitalien. Doch bemerkt er selbst, daß er möglicherweise mit zu kleinen Dosen gearbeitet hat.

Weiter besteht noch die Möglichkeit, die Strahlentherapie in Verbindung mit der Chemotherapie anzuwenden. Da ist vor allem das Encytol (Borcholin) zu nennen, das in zwei noch zu erwähnenden Fällen der Jenenser Klinik angewandt wurde.

Es seien vorher die Erfahrungen der Heidelberger Klinik (Münchn. med. Wochenschr. 1913) gebracht, die bei der Karzinombehandlung, wenn auch nicht speziell eines Vulvakarzinoms, gemacht wurden. Werner berichtet, daß das Encytol regelmäßig zu intravenösen Injektionen zur Verstärkung der Strahlentherapie bei ihnen angewandt wird. Es wurde früher intramuskulär gegeben und auch intramural, was aber zu allzuheftigen Zerfallsprozessen führte. Gewöhnlich werden die Injektionen — im Anfang 2—3 ccm einer $10^{0}/_{0}$igen Encytollösung auf 20 ccm physiologischer Kochsalzlösung — allmählich verstärkt, solange Nebenerscheinungen wie vorübergehende Kongestionen, Speichelfluß, Tränen der Augen und Schwindelgefühl nicht zu hochgradig werden. Er warnt vor zu raschem Injizieren und empfiehlt bei Steigerung der Dosen die Encytollösung um das Fünf- bis Sechsfache zu verdünnen. Seine Höchstdose ist bis jetzt 5 ccm reine Substanz gewesen. Von Beschwerden wurden von den Patientinnen nur Brechreiz und Schmerzen in den Tumoren empfunden, nach wiederholten Einspritzungen nur Appetitlosigkeit und Mattigkeit. Es wurden 3—4 Wochen hindurch fast täglich Injektionen gemacht, dann 4—6 Wochen Pause, die nach Czerny mit Arsenkuren, Bäderaufenthalt (besonders in Radiumbädern), Luftkurorten usw. ausgefüllt werden sollen, da die Patienten nach der Encytolbehandlung Erholung oft nötig haben. Eine obere Grenze von Encytoleinführungen wurde noch nicht festgestellt. Seine bisherigen Erfahrungen fast Werner wie folgt zusammen: „Es kann bis jetzt nur von einer sehr bedeutenden Beeinflussung der Tumoren im Sinne einer weitgehenden oder vollkommenen Rückbildung die Rede sein, aber keineswegs noch von gesicherten Dauererfolgen."

Im folgenden soll nun über zwei Fälle von Vulvakarzinom, die in der Jenenser Klinik zur Beobachtung kamen und verschieden behandelt wurden, berichtet werden.

Im ersten Fall handelt es sich um eine 59jährige Schokoladenfabrikarbeiterin, die als Kind häufig an Mandelentzündung litt und 1903 wegen Gallensteinen operiert wurde. Status: mäßiger Ernährungszustand; Gewicht 119; geringe Arteriosklerose; Emphysem; klagt über Rheumatismus im rechten Bein. Urin klar, sauer, kein Albumen, zystoskopischer Befund ohne Besonderheiten. Ihre Beschwerden waren: starkes Brennen an der Vulva beim Urinieren, dessen Ursache in einem Geschwür zu suchen sei. Sie habe sich vor Monaten in der Dunkelheit an ein Stück Eisen gestoßen, sich aber dabei nicht verletzt und dem weiter keine Bedeutung beigemessen. Erst jetzt glaube sie, daß dieser Stoß möglicherweise das Geschwür verursacht habe.

Der gynäkologische Befund war folgender: Das rechte Labium minus wird von einem Geschwür gewissermaßen der Länge nach gespalten, so daß beide Geschwürsflächen bei geschlossener Vulva aufeinanderliegen. Nur der hintere Teil des Geschwürs schlägt sich nach innen um und sieht frei nach dem Introitus vaginae. Die Länge beträgt zirka 4 cm, die Breite bei auseinandergehaltenen Wundflächen $2^1/_2$ cm vorn, $1^1/_2$ cm in der Mitte und 1 cm hinten. Die Flächen haben das Aussehen einer granulierenden Wunde, der Grund ist wenig induriert. Die Inguinaldrüsen sind nicht fühlbar, von der Vagina aus sind keine Veränderungen zu konstatieren, ebensowenig in der Umgebung der Vulva.

Von einer Operation wird (nach Sicherstellung des mikroskopischen Befundes: Kankroid) abgesehen und dafür die Behandlung mit harten Röntgenstrahlen eingeleitet und zwar zuerst ausschließlich Röntgenstrahlen allein.

Zur Anwendung gelangten Müllersche Wasserkühlröhren von 9—10 Wehnelt. Der Fokus-Hautabstand war 38 cm; die durchschnittliche Bestrahlungsdauer betrug 38 Minuten; die Belastung 4—5,

5—7, 5—8 Milliampère und verabreicht wurden 692 x in 27 Sitzungen, die in der Regel einen Tag um den anderen stattfanden. Zur größeren Übersicht seien die einzelnen Daten erwähnt:

26. VI. 1913. Die Inguinaldrüsen rechts sind jetzt deutlich perlschnurartig fühlbar. Das Ulkus selbst ist wenig verändert. Temperatur normal. Allgemeinbefinden gut.

4. VII. Lokal ist eine Besserung zu verzeichnen, die darin besteht, daß eine leichte Schrumpfung eingetreten ist. Die Wundfläche selbst ist mit einer dünnen, weißlichen, fibrinartigen Haut bedeckt (Röntgenschorf?!). Die Leistendrüsen scheinen wieder kleiner geworden zu sein.

4. VIII. Das Ulkus beginnt sich von außen her zu überhäuten und sieht gut aus. Doch läßt eine Probeexzision bedeutende Besserung nicht erkennen. Die Lymphdrüsenschwellung ist zurückgegangen. Patientin hat keinerlei Beschwerden.

25. VIII. Der äußere und obere Teil des Geschwürs ist zu einem kleinen Teil frisch überhäutet. Nach der hinteren Kommissur sind die Wundränder stark gewulstet (coro luxurians?).

20. IX. Patientin war äußerer Umstände wegen längere Zeit beurlaubt worden, erklärt, daß sie gearbeitet habe und es ihr sehr gut gegangen wäre. Die Oberfläche des Geschwürs ist aber jetzt zerklüfteter als vorher. Eine Induration ist nicht zu fühlen, doch macht das Ulkus jetzt einen maligneren Eindruck, während man bei der ersten Untersuchung ohne die mikroskopische Nachprüfung der Diagnose nicht sicher war. Es macht den Eindruck, daß das Karzinom auf harte Strahlen allein nicht genügend reagiert. Diese Therapie wird deshalb aufgegeben.

4. X. Von jetzt ab soll die Wirkung der harten Strahlen durch Injektionen von wolframsaurem Kalzium unter das Karzinom selbst verstärkt werden. Außerdem bekommt Patientin Enzytol intravenös.

Die Röhrenhärte blieb 9—10 Wehnelt, der Fokushautabstand wurde auf 20 cm reduziert, die Karzinomstelle wurde leicht in einen Glaszylinder hineingedrückt, das 3 mm starke Aluminiumfilter wurde beibehalten, die Belastung war im Anfang 5—10, 7—10, zuletzt immer 8—10 Milliampère, die Durchschnittssitzung dauerte 44 Minuten, endlich wurden 1702 x in 23 Sitzungen appliziert.

Das wolframsaure Kalzium wurde unter das Ulkus eingespritzt, um dort als Speicher für die Röntgenstrahlen zu dienen und durch Sekundärstrahlung zu wirken. Ein Gramm wurde mit 10 ccm sterilen Olivenöls zur Injektion gemischt.

Enzytol wurde intravenös gegeben und zwar von 2 ccm Enzytol zu 20 ccm physiologischer Kochsalzlösung ansteigend bis 7 : 30.

Im ganzen wurden diese Injektionen gut vertragen. Nach dem zweitenmal stellte sich etwas Übelkeit und Kopfschmerz ein. Temperatur und Pulsschwankungen waren sehr gering. Sonst hatte Patientin nur starken Speichelfluß und ab und zu Augenflimmern. Das Gewicht hielt sich auf 125 Pfd. Die Daten sind folgende:

4. X. 1913. Patientin bekommt die erste Enzytolinjektion (2 : 20), welche reaktionslos vertragen wird.

6. X. Enzytol (5 : 20). Nach einigen Stunden tritt Übelkeit und Kopfschmerz auf. Beides geht bald vorüber.

7. X. Das Blutdruckmaximum beträgt 132 Hg, das Minimum 96. Die Zusammensetzung des Blutes:

Erythrozyten: 4750000, Leukozyten: 6400; in 500 weißen Blutkörperchen wurden gefunden: 70 % polymorphkernige Leukozyten, 14 % große, 14 % kleine Lymphozyten, 2 % eosinophile Leukozyten; 0,6 % Mastzellen.

8. X. Enzytol (5 : 20), nach $1\frac{1}{2}$ Stunden leichter Temperaturanstieg (37,2), Puls 88.

13. X. Beginn der verschärften Strahlentherapie. Encytol (6 : 30). Injektion von wolframsaurem Kalzium. Puls 96.

15. X. Enzytol (6 : 30), Temperatur 37,1, Puls 110.

18. X. Enzytol (6 : 30).

20. X. Enzytol (6 : 30), Gewicht $124\frac{1}{2}$ Pfd.

22. X. Enzytol (7 : 30).

23. X. Temperatur 37,3.

28. X. Enzytol (7 : 30). Außerdem bekommt Patientin wieder eine lokale Injektion von wolframsaurem Kalzium. Eine Veränderung des rechten Labium minus ist noch nicht zu konstatieren. Wiederholte Probeexzisionen zeigen das unveränderte Bild eines verhornenden Plattenepithelkarzinoms. Von der Vagina aus lassen sich hinter dem Karzinom leichte Verhärtungen feststellen, die wohl eine Folge der Kalziuminjektionen sind. Inguinaldrüsen sind nicht geschwollen.

31. X. Enzytol (7 : 30). Temperatur 37,4.

1. XI. Injektion von einem halben Gramm wolframsauren Kalzium zu 15 ccm Olivenöl.

4. XI. Gewicht 127 Pfund.

8. XI. Infolge der letzten Kalziuminjektion ist das rechte große Labium leicht geschwollen. Das Geschwür ist zurückgegangen und sieht gut aus. Außerdem ist eine leichte Röntgendermatitis (1. Grades) aufgetreten, so daß vorläufig jede Therapie aufgehoben wird. Das Allgemeinbefinden ist gut.



15. XI. Die Dermatitis ist stärker geworden. Patientin nimmt täglich warme Sitzbäder und wird mit Zinkpulver behandelt. Das Karzinom selbst sieht gut aus.

22. XI. Die Dermatitis geht zurück. Das Karzinom ist als solches nicht mehr zu diagnostizieren. Es ist stark verkleinert und sieht aus, als ob die Wundränder miteinander verwachsen wären. Das Präputium und das „linke“ kleine Labium ist durch Nervenzug nach rechts verzogen, so daß der Introitus vaginae leicht verdeckt wird. Die Labien sind mit Sekret bedeckt. Patientin erklärt, sie fühle sich außerordentlich wohl.

29. XI. Die Entzündung ist weiter zurückgegangen. Das linke kleine Labium ist wieder in seine alte Lage zurückgekehrt; ebenso das Präputium. Das Geschwür ist unverändert. Auf dem rechten großen Labium hat sich eine etwa ein Dreimarkstück große Hautstelle hellrot markiert, die wohl einer Atrophie entspricht. Bäder, Zinkpuder; Allgemeinbefinden unverändert gut.

6. XII. Status im ganzen unverändert.

15. XII. Die Schwellung ist noch in geringem Maße vorhanden. Die Karzinomstelle ist ganz glatt. Die atrophische Stelle auf dem rechten Labium minus nur noch markstückgroß. Patientin fühlt sich ohne alle Beschwerden, wird über Weihnachten nach Hause beurlaubt. Bäder und Pudern soll fortgesetzt werden.

17. I. 1914. Patientin stellt sich wieder vor. Auf den ersten Blick nimmt man eine weitere bedeutendere Besserung wahr. Das Ulkus ist fast verschwunden, hat mit Karzinom keine Ähnlichkeit mehr. Die atrophische Hautstelle ist nur noch kleinfingernagelgroß. Das rechte große Labium ist noch etwas voluminöser als das linke. Vom ehemaligen Ulkus zum Präputium zieht sich aber ein derberes Gewebe hin, das vorher noch nicht beobachtet wurde und noch nicht näher bestimmt werden kann. Die Leistendrüsen sind in geringem Maße fühlbar. Patientin drängt, entlassen zu werden, was ihr auch gewährt wird. Sie wird in ständiger Beobachtung gehalten.

Bei einem anderen Fall handelt es sich um eine 56jährige Patientin, deren Anamnese belanglos ist. Sie suchte die Klinik auf wegen Blutungen und eitrigem Ausfluß und klagte über Schmerzen im Unterleib. Der gynäkologische Befund war folgender: Das linke große Labium ist verdickt, hoch gerötet; es sieht aus, als ob eine Entzündung der Bartholinischen Drüse bestände. Am hinteren Teil des großen Labium befindet sich ein nicht überhäuteter, ulzerierender, höckeriger Tumor, welcher auf die linke Vaginalwand übergeht. Zwischen Harnröhre und Klitoris befindet sich ein kleines, tumorartiges Gebilde, welches ungefähr einem Mörserklöppel gleicht. Die Oberfläche ist mit gelben Belegen bedeckt, der „Klöppelkopf“ sitzt zwischen rechtem Labium und Klitoris, der „Handgriff“ liegt an dem großen Labium an. Die Klitoris ist sehr verdickt und fühlt sich derb an. Das Präputium ist gerötet und geöffnet, so daß man glaubt, die Harnröhrenmündung vor sich zu haben. Die Sonde dringt 1 cm tief ein. An der Portio konnte nichts Pathologisches festgestellt werden, wenigstens so viel man „sehen“ konnte. Eine bimanuelle Palpation war nicht möglich, da die Größe des Tumors das Eingehen mit der Hand nicht gestattete. Die Leistendrüsen waren beiderseits geschwollen. Die Harnröhre war frei.

Die Behandlung wird eingeleitet mit Enzytolinjektionen, von 2 ccm Enzytol auf 20 ccm Kalisalzlösung steigend bis 8 : 40.

Trotz der hohen Dosen war aber ein merklicher Erfolg nicht zu verzeichnen. Da die Klinik nunmehr in Besitz von Mesothorium kam, wurde auch aus diesem Grunde die Enzytoltherapie abgebrochen und die Bestrahlung mit Mesothorium begonnen. — In der ersten Zeit wurden 50 mgr in den Tumor gebracht, später zwei Patronen von je 50 mgr. Als Filter wurde Silber in 0,3 mm Stärke und Messing in derselben Stärke benutzt, da hierbei am wenigsten γ-Strahlen vernichtet werden. Die Dauer der Bestrahlung schwankte zwischen 4 und $44^1/_2$ Stunden. Nennenswerte Beschwerden hat die Patientin nicht gehabt.

5. November 1913. Es werden 50 mgr Mesothorium in kurzer Patrone von 0,3 Silberfilter in den Tumor selbst verlagert und von $8{,}25^h$ bis zum 6. $9{,}25^h$ früh, also 13 Stunden liegen gelassen.

10. November. Dieselbe Patrone von $12^1/_2$—$4^1/_2$, also 4Stunden eingelagert.

15. November. 50 mgr in 0,3 Messingfilter werden von $8^3/_4$ morgens bis $3^3/_4$ nachmittags eingelegt. 7 Stunden.

26. November. Befund: Der Tumor an der vorderen Kommissur, in welchem bis jetzt allein das Mesothorium gesteckt hat, ist bedeutend kleiner geworden (noch kleinfingergliedgroß). An der Oberfläche sind keine Zerfallserscheinungen nachweisbar. Es werden wiederum 50 mgr im Messingfilter vom 26. XI. 12 Uhr vormittags bis zum 27. XI. $8^1/_2$ vormittags, also $20^1/_2$ Stunden eingelegt

29. XI. Dieselbe Patrone bleibt vom 29. XI. 1 Uhr mittags liegen bis zum 1. XII. $9^1/_2$ vormittags. $44^1/_2$ Stunden.

5. XII. Es werden 2 mal 50 mgr in Silberfilter eingelegt und von $5^3/_4$ nachmittags bis 6. XII. 9 Uhr vormittags liegen gelassen. $15^1/_4$ Stunden.

9. XII. Dieselben Patronen werden wiederum in 1 cm Abstand in den Tumor gesteckt und von $12^1/_2$—$8^1/_2{}^h$ stecken gelassen. 8 Stunden.



14. XII. Dieselben Patronen von $5^1/_2$ nachmittags bis zum 15. $10^1/_4$ vormittags. $16^3/_4$ Stunden.

Der Erfolg ist bis jetzt ganz bedeutend. Die Verkleinerung des Tumors hat große Fortschritte gemacht. Die Haut ist infolge der Bestrahlung in der Umgegend entzündlich gerötet. Sehr starke Sekretion. Der Tumor hat seine höckerige Oberfläche verloren und ist ziemlich glatt. Patientin wird über Weihnachten nach Hause beurlaubt nach Vorschrift von Sitzbädern und Zinkpuder.

8. I. 1914. Patientin kehrt wieder in Behandlung zurück. Der Zustand der Vulva hat sich sehr gebessert. Das Karzinom an dem linken großen Labium ist gänzlich weg. Das Aussehen der Vulva ist wieder ganz normal. Nur an der hinteren Kommissur ist noch ein das Niveau überragender flacher Tumor von ungefähr pfenniggroßer Basis, der nicht mit Schleimhaut bedeckt ist. Die Bestrahlung wird fortgesetzt. 100 mg in 2 Patronen mit Messingfilter liegen von $10^1/_4$ vormittags bis $3^1/_2$ nachmittags, dann von $9,^{55}$ abends bis 1^h mittags des nächsten Tages, also $5^1/_4$ Stunden und 15 Stunden.

2. II. Eine Probeexzision aus der letzten verdächtigen Stelle läßt nur mehr entzündliches Gewebe erkennen. Krebsige Veränderungen sind nicht mehr vorhanden. Von dem Tumor ist nichts mehr zu sehen. Allgemeinbefinden gut. Patientin wird entlassen, soll in Beobachtung gehalten werden.

Ein dritter Fall von faustgroßem Vulvakarzinom soll noch erwähnt werden, der noch mitten in der Behandlung steckt, aber sichtbar unter den Mesothoriumstrahlen zusammenschmilzt. Hier wurden im Anfang — solange der Tumor die Haut noch weit überragt, — die Strahlen ungefiltert appliziert, späterhin nicht mehr. Das Befinden der Patientin ist gut.

Faßt man nun die Erfahrungen zusammen, welche mit der Strahlenbehandlung des Vulvakrebses gemacht worden sind, so kommt man zu dem Resultat, daß im ganzen die Therapie der Röntgenstrahlen, harten wie weichen, für den Vulvakrebs nicht die geeignete ist.

Es sind enorme Mengen notwendig, um bei ausgedehnteren Tumoren einen sichtbaren Effekt zu erzielen, und meist sind auch nur Krebse von geringer Ausbreitung bestrahlt worden. — Der Einfluß des Mesothoriums dagegen ist weit intensiver, die Einwirkung auf die Krebszellen ist viel energischer. Außerdem hat es den Vorteil, daß man mit ihm viel rascher zu einem Erfolg kommt als mit den Röntgenstrahlen. Obwohl z. B. das erste Karzinom der Jenenser Klinik nur eine Größe von $2^1/_2—1^1/_2$ cm hatte, war doch weit mehr Zeit nötig, um zu einem positiven Resultat zu kommen, als bei den beiden Mesothoriumfällen, die recht große Tumoren waren. Es sind demnach gute Aussichten vorhanden, in der Mesothoriumbestrahlung eine Therapie zu haben, die der operativen vorzuziehen ist. Ob es sich um Dauerheilungen handelt, kann man jetzt noch nicht sagen. Dazu muß man mindestens eine Zeit von 3—5 Jahren verstreichen lassen. Ein Urteil über die anderen Methoden, welche man zur Behandlung des Vulvakarzinoms angewandt hat, läßt sich nach den bisher veröffentlichten Fällen noch nicht gewinnen.

Literatur.

Veit: Handbuch der Gynäkologie.
Reifferscheidt: Röntgentherapie in der Gynäkologie.
Orth: Pathologisch-Anatomische Diagnostik.
Rothschild: Die malignen Neubildungen an der Vulva und ihre Prognose. (Inaug.-Dissert. Freiburg 1913.)
Zentralblatt für Gynäkologie.
Gynäkologische Rundschau.
Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie.
Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie.
Ergebnisse der Gynäkologie.
Zentralblatt der gesamten Gynäkologie und Geburtshilfe, sowie deren Grenzgebiete.
Medizinische Klinik.
Münchner medizinische Wochenschrift.
Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.



Aus der Röntgenabteilung der städtischen Krankenanstalten zu Mannheim.

Röntgentherapie der Lymphdrüsentuberkulose.

Von

Dr. W. Dieterich, Sekundärarzt der Abteilung.

Die Röntgentherapie der Lymphdrüsentuberkulose gewinnt immer mehr an Boden, was sich besonders durch die in letzter Zeit reichlicher gewordene Literatur dokumentiert. Trotzdem begegnet man in Ärzte- und Laienkreisen der Methode noch mit viel Mißtrauen, weshalb es am Platze ist, daß jeder Röntgenologe, der über Erfahrungen auf diesem Gebiete verfügt, sie veröffentlicht. Die Literatur wurde in den Arbeiten von Neu und Schmerz eingehend besprochen. Allenthalben begegnet man darin unter anderem dem Wunsch, daß die negativen Resultate nicht verschwiegen werden dürfen, um ein objektives Urteil über das noch viel umstrittene Gebiet fällen zu können.

Wir verfügen über ein auf drei Jahre verteiltes Material. Die Technik hat sich in dieser Zeit reichlich verändert und damit haben die Erfolge Schritt gehalten. So stand ursprünglich nur ein alter 50 cm-Funkeninduktor zur Verfügung, bei dem eine halbe Stunde bestrahlt werden mußte, um eine Erythemdose zu erreichen. Vor $1^1/_2$ Jahren wurde der Idealapparat von Reiniger, Gebbert & Schall erworben und seit Ende Oktober 1913 ist in dem Reformapparat der Veifawerke das Instrumentarium vorhanden, das bei intensiver Tiefentherapie die nötigen Dosen in denkbar kurzer Zeit liefert. Während der Idealapparat bei 50 Stromimpulsen, 20 cm Abstand, unter 2 mm Aluminiumfiltration in 12 Minuten unter Einschaltung des Rhytmeurs 10 x bei hiesigen Stromverhältnissen liefert, leistet dies der Reformapparat bei 25 Stromimpulsen und verkürzten Segmenten, unter 3 mm Aluminium und 3—4 Milliampère Belastung (beim Idealapparat 4—6) an zwei Tischen zu gleicher Zeit in 2 Minuten. Bei dieser erheblichen Abkürzung der Bestrahlungszeit ist es möglich, ein weitgehendes Kreuzfeuer gegen eventuell tiefer gelegene, größere Knoten zu eröffnen. Es ist daher besonders in letzter Zeit gelungen, derartige Knoten bei 3—4 Einstellungen zum Verschwinden zu bringen.

Bezüglich der Filtration wurde früher vierfaches Hirschleder benutzt bis vor zwei Jahren, seitdem 1 mm Aluminium und in letzter Zeit, also seit zirka einem halben Jahr 2—3 mm Aluminium. Durch die Erfahrungen in der Literatur, besonders aber durch eigene, bezüglich der Hautschädigungen sind wir zu diesem Ergebnis gekommen. Ende 1912 waren bereits die am Ende dieser Arbeit zusammengestellten Drüsenfälle nachuntersucht und das überraschende Resultat herausgekommen, daß mehrere Fälle nachträglich Teleangiektasien bekommen haben, obwohl die Erythemdose in keinem Falle, soweit man dies mit den bei uns üblichen Meßmethoden feststellen kann, überschritten war, meist war sie sogar nicht ganz erreicht. Allerdings muß zugegeben werden, daß die nachuntersuchten Fälle mit Teleangiektasien durchweg solche II. und III. Stadiums waren, die eine ziemliche Menge von Dosen bis zu ihrer Heilung erhalten hatten. Seit Einführung der Aluminiumfiltration sind derartige Spätschädigungen nicht mehr beobachtet.

Was die Größe des Bestrahlungsfeldes anlangt, so wurde früher keine Felderung angewandt, d. h. es wurde die ganze Fläche durch eine Einstellung ohne Glasansatz bestrahlt, allmählich wurden 1—2 Einstellungen mit der kleinsten Nummer der Rosentalblende gemacht, gegenwärtig Felder von $5^1/_2$ resp. $7^1/_2$ cm Durchmesser bestrahlt. Mit dem neuen, nach allen Richtungen sehr leicht verstellbaren Stativ der Veifa-Werke, ist man imstande, 3—4 und noch mehr Einstellungen zu machen. Durch etwas längere Glasansätze, wodurch natürlich der Abstand auf 25—30 cm verlängert wird, kann ohne Behinderung für die Schulter durch einige Minuten längere Sitzung die gewünschte Dosis auf die allerungünstigste Gegend appliziert



werden. Bei der früheren Technik bedeutete das eine Verlängerung der Sitzung um mindestens $^1/_4$ Stunde.

Früher wurden die Dosen mit einem direkten und einem indirekten Dosimeter bestimmt, in halber Fokus-Hautdistanz die Sabouraudtabletten in schwarzer Umhüllung und unter demselben Filter angebracht und auf die Haut ein Kienböckstreifen gelegt. Durch veränderte Apparatur war dies teilweise unmöglich geworden und jetzt, in allerneuester Zeit, seitdem Holzknecht bei dem Vortrag auf der letzten Röntgenstudienreise seine veränderte Skala veröffentlicht hat (in der Praxis haben einige Röntgenologen die Tablette seit geraumer Zeit auf der Haut angebracht), sind wir wieder zur doppelten Messung übergegangen, da verschiedentliche Überdosierungen vorkamen anläßlich der Bestrahlungen von malignen Tumoren. Belastet man nämlich mit dem neuen Reformapparat eine der Maximumröhren bei 12 Wehnelt Härte mit 4—5 Milliampère bei 19—20 cm Abstand, so kann es passieren, daß man in der ausgerechneten Zeit statt 20, 40 x erhält und trotz der 3—4 mm-Aluminiumfiltration eine starke Pigmentation mit Juckreiz die Folge ist. Zu einer Verbrennung kommt es nicht, aber wenn bei malignen Tumoren einzelne durch Überdosierung angegriffene Hautpartien für einige Zeit unbenutzbar werden, ist das immerhin recht unangenehm. Eine Reihe von merkwürdigen Farbennuancen der Kienböckstreifen führen wir auf derartige Uberdosierungen zurück, ohne daß die Folgen (Hautveränderungen) sich einstellten. Deshalb kommen wir zu unserem früheren Standpunkt zurück, messen bei jedem Patienten ein Feld mit Kienböckstreifen unter 10 mm Aluminiumklotz unter Verwendung der Kienböck-Gaußschen Skala und die übrigen mit Sabouraudtabletten in voller Fokus-Hautdistanz unter Benutzung der neuen Holzknechtskala.

Über das Röhrenmaterial wäre noch ein Wort zu sagen: Nach mehrfachen Ausprobierungen verschiedenartiger Typen (Radiologie, Gundelach, Burger, Müller, Bauer, Polyphos, Veifa) sind wir zu dem Resultat gekommen, daß bei gewöhnlichen Induktorapparaten die bewährte Müllerrapidwasserkühlröhre am besten arbeitet, mit Idealapparat haben wir die gleiche Erfahrung gemacht, während wir jetzt bei dem Reformapparat ausschließlich mit den Veifamaximumröhren arbeiten. Für den letztgenannten Apparat ist diese Type sicher die beste, allerdings ist der Anschaffungspreis ein erheblich hoher; abgesehen davon, daß das Rohr über 170 M. kostet, ist zu dessen Betrieb ein außerordentlich starkes Luftgebläse nötig. Dafür wird man aber in anderer Weise entschädigt. Während früher mit 60—70 Stunden Lebensdauer eine Müllerröhre zirka 2200 x leistete, hat eine 42 Stunden gelaufene Maximum-Veifaröhre jetzt bereits über 3000 x und ist noch lange nicht am Ende ihrer Leistungsfähigkeit. Es ist dies keine Ausnahmeleistung, sondern bei unseren sieben Maximumröhren der Durchschnitt. Zugegeben wird, daß anfangs, wahrscheinlich durch Inkonstanz des Stadtstromes recht unangenehme Unregelmäßigkeiten und Defekte vorkamen.

Ich finde es nicht verständlich, wie Herr Dr. Günther (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. 21, 4) zu solchen, für den Reformapparat deprimierenden Resultaten kommt. Da ich im Besitz sowohl des Reform- wie des Idealapparates bin, hoffe ich im Lauf der nächsten Zeit eine ähnliche Gegenüberstellung der Leistungen der Apparate vornehmen zu können. Ich kann aber jetzt schon sagen, daß nach meinen Erfahrungen der Reformapparat dem Idealapparat in bezug auf Leistung in der Therapie überlegen ist.

Wir gehen zu unserem Material über, da es sich erübrigt, auf die Wirkungsweise der Röntgenbestrahlung bei Drüsentuberkulose einzugehen, über welches Kapitel gerade in der letzten Zeit mehrere Publikationen vorliegen. Es ergibt sich vieles an der Hand der klinischen Beobachtung. Die anfängliche Schwellung mit in manchen Fällen nachfolgender Vereiterung ist als Einschmelzung von tuberkulösem Gewebe aufzufassen, das Zurückbleiben von kleinen Knötchen als Bindegewebsersatz der Drüsen. Daß die Fisteln sich so rasch auf Röntgentherapie schließen, kann damit erklärt werden, daß das tuberkulöse Granulationsgewebe vernichtet wird, worauf wohl die anfängliche Sekretionssteigerung zurückzuführen ist. Durch Bindegewebswucherung wird der Defekt allmählich ausgefüllt. Wenn nun in der Tiefe noch tuberkulöses

Granulationsgewebe zurückbleibt, kann die Fistel wieder aufbrechen, oder wenn der Körper infolge allgemeiner Tuberkulose nicht die Kraft besitzt, die nötigen Antitoxine zu bilden, werden die Röntgenstrahlen nicht, oder nur sehr schwer imstande sein, die Affektion zur Ausheilung zu bringen.

Das subjektive Befinden der Patienten hebt sich vielfach erst eine Zeitlang nach Beendigung der Röntgenbehandlung. Bei einzelnen nahm das Allgemeinbefinden etwas ab, um sich $^1/_4$ Jahr nach Schluß der Behandlung dauernd zu bessern oder es kamen eventuell an anderen Stellen neue Drüsentumoren zum Vorschein.

Im ganzen wurden 99 Fälle von Lymphdrüsentuberkulose mit Röntgenstrahlen behandelt. Davon scheiden 23 aus, die zu kurz bestrahlt oder keine sichere Tuberkulose waren.

Von den 76 Fällen, die verwertet werden, wurden 44 geheilt, 22 gebessert, 8 sind noch in Behandlung und 2 blieben unbeeinflußt. Eine Verschlimmerung ist nicht beobachtet. Von den 76 Fällen gehörten 16 dem ersten, 23 dem zweiten und 34 dem dritten Stadium an. In der Einteilung haben wir uns dem Vorschlage von Baisch, Wetterer und anderen angeschlossen und als I. Stadium die chronische Lymphdrüsenhyperplasie betrachtet, bei der durch die klinische Beobachtung zum mindesten ein starker Verdacht auf Tuberkulose besteht. Als II. Stadium betrachten wir die vereiterten Formen, ohne Fistelbildung, überhaupt große Drüsenpakete, die mit der Umgebung verbacken sind und im Laufe der Bestrahlung vereitern. Eine genaue Trennung zwischen I. und II. Gruppe ist unmöglich oder erst im Laufe der Behandlung möglich, denn gerade eine Menge von zirka taubeneigroßen Halsdrüsen, die ursprünglich zur I. Gruppe gerechnet waren, vereiterte während der Strahlenbehandlung und einzelne mußten sogar der III. Gruppe angereiht werden. Zur III. Gruppe gehörig bezeichnen wir vereiterte Halsdrüsen, die nicht primär heilen, sondern fisteln. Derartige Fisteln stellten sich teils primär durch Spontandurchbruch des Eiters, teils sekundär nach einer Operation ein.

Im allgemeinen ist das Mannheimer Material ein auffallender Beweis für die Brauchbarkeit der Methode, denn durchweg haben wir es mit schweren Fällen zu tun, großenteils mit ungünstigen Lebensverhältnissen, wie wohl in jeder großen Industriestadt. Daraus ist auch zu erklären, daß von den 76 Fällen 55 bereits operiert zur Röntgenbehandlung kamen, davon 10 mehr wie dreimal. Trotz der Operation hatten die vielfach operierten Fälle enorme Rezidive und gerade mehrere dieser Fälle blieben rezidivfrei. Als ein weiterer Mangel wird empfunden, daß ein großer Teil der Patienten zur zweiten Nachuntersuchung Ende 1913 nicht aufzutreiben war. Es ist daher zu der Zusammenstellung auch eine Reihe von Fällen benutzt, die Ende 1913 nicht nachuntersucht sind, dagegen Ende 1912.

Es wird mir betreffend der Teleangiektasien der Vorwurf gemacht werden, daß erstens zu schlecht gefiltert und zweitens manchmal zu viel Dosen gegeben wurden (siehe Iselin: nur 6 Volldosen pro loco). Wegen der schlechten Filterung habe ich zu erwähnen, daß damals höchstens mit 1 mm Aluminium gefiltert wurde, meistens mit Leder, da das alte Instrumentarium absolut nicht ausreichte für die längere Beanspruchung bei stärkerer Filterung; ich verließ mich außerdem auf die doppelte Dosimetrie. Heute muß zugegeben werden, daß die Teleangiektasien nur Folgen der zu geringen Filterung sind, denn wir haben selbst mit 1 mm Aluminium nie Hautschäden gesehen. Bei 2—3 mm Aluminiumfilter, mit welcher Filterdicke gegenwärtig gearbeitet wird und bei 12 Wehnelt harter Röhre ist natürlich die Gefahr der Hautschädigung noch geringer (s. Petersen, St.-Th., Bd. 4), außerdem kann die Erythemdose ruhig überschritten werden, resp. wenn sie nicht überschritten wird, alle 14—16 Tage die Bestrahlung wiederholt werden.

Im folgenden Teil sind eine Reihe von Krankengeschichten angeführt, aus denen das Nähere ersehen werden kann. Wegen der Gleichartigkeit der Fälle wurden nur 18 Protokolle erwähnt.

D., R., 15 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 1.)
Mai 1911. Seit mehreren Wochen gänseeigroße, längliche Drüsentumoren auf beiden Halsseiten,

links stärker als rechts, mit der Unterlage vollständig verwachsen und unverschieblich. Da radikale Entfernung ausgeschlossen, Versuch mit Röntgenbestrahlungen. Bis 30. VII. auf jede Seite 4 Erythemdosen, mit 30 cm Abstand, vierfachem Leder à 30 Minuten. Im September ist ein bedeutender Rückgang der Tumoren zu konstatieren. Bis Januar 1912 erhält sie weitere 6 Bestrahlungen auf jeder Seite. Die Drüsen sind im Januar 1912 bis auf kleine Reste unter dem Kieferwinkel verschwunden, eine Drüse der linken Seite wird in Lokalanästhesie zur mikroskopischen Untersuchung entfernt: sie ergibt Verkäsung im Zentrum und Tuberkel in der Wand von ziemlich frischem Datum. Patient hat bis dahin rechts 61, links 52 x erhalten. Im Januar und Februar 1912 erhält sie noch je eine Volldose, auf jede Seite 20 x.

Ende Februar geheilt entlassen.

Anfang 1913 außer erbsengroßen Drüsen an beiden Halsseiten keine Tumoren zu fühlen, Haut etwas pigmentiert, keine Teleankiektasie.

Ende 1913 nicht mehr aufzufinden.

Im ganzen wurden rechts 81, links 72 x appliziert, unter dreifachem Leder.

F., L., Postbeamter, 25 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1.)

Seit Februar 1911 mehrfach wegen tuberkulosen Halsdrüsen mit Vereiterung operiert. Als Kind ebenfalls schon wegen Drüsenabszessen operiert. Im Anschluß an die letzte Operation besteht seit März 1910 eine Fistel an der linken Halsseite, die stark sezerniert und Patienten sehr belästigt. Nach Verabfolgung von 26 x auf der Oberfläche unter dreifachem Leder schließt sich die Fistel. Patient erscheint im April 1912 wieder zur Behandlung, da erneut kleine Drüsen auf beiden Halsseiten aufgetreten sind. Er wird mit 1 mm dicken Aluminiumfilter aus 30, resp. 25 cm Abstand je viermal auf beiden Seiten bestrahlt bis Juli 1912. Die Drüsen sind dann verschwunden. Am 31. Oktober wird er zur Bestrahlung eines punktierten Abszesses am Brustbein geschickt, der ebenfalls auf Tuberkulose zurückzuführen ist. Das Abszeßbett vernarbt auf zwei Bestrahlungen hin.

Bei der Nachuntersuchung im Dezember 1912 gibt F. an, daß die Fisteln seit einem Jahr geschlossen sind und seit Juli keine Drüsen sich gebildet haben. Der Abszeß am Brustbein ist ausgeheilt. Der Mann ist vollständig erwerbsfähig.

Nachuntersuchung im Dezember 1913: Seit zwei Jahren fühlt sich der Mann gesund, geht als Postbeamter seinem Beruf nach, er hat auch bis jetzt keine Drüsenschwellungen mehr gehabt. Die Narben sind weich, obwohl mehrere Operationsschnitte sich kreuzen, keine stärkere Verdickung. An der einen Seite ganz geringe Teleangiektasien. Seit zwei Jahren Dauerheilung.

B., J., 30 Jahre alt. (Th B., Nr. 1, Seite 4.)

Schon zweimal wegen sehr starker doppelseitiger Halsdrüsentumoren operiert. Jetzt immer noch sehr stark sezernierende Fisteln auf beiden Seiten des Halses, mit fühlbaren bis hühnereigroßen Drüsentumoren. Im Oktober 1911 Beginn mit Röntgenbestrahlung. Bis Januar 1912, ca. 40 x auf jede Seite appliziert in vier Sitzungen, unter dreifachem Leder. Die Drüsen verschwanden, die Fisteln schlossen sich, die Narben wurden zart. Ende 1912 sind wieder über taubeneigroße Drüsen zu fühlen. Auf jede Seite nochmals $^1/_2$ Erythemdose unter 1 mm Aluminiumfilter.

Nachuntersuchung Ende Dezember 1913. Bis vor drei Monaten rezidivfrei, seitdem wieder in der unteren rechten Halsseite bis mandarinengroße Knoten und unter beiden Kieferwinkeln wieder kirschgroße Knoten. Trotzdem will Patient sich nicht mehr bestrahlen, sondern es auf eine eventuelle Operation ankommen lassen.

K., J., 25 Jahre alt. (Th., Nr. 1, S. 5.)

Oktober 1911. Wegen Drüsenabszeß operiert und drainiert, mäßige Sekretion der Drainagestelle, dahinter eine taubeneigroße Drüse zu fühlen. Bis Dezember 1911 29 x, unter vierfachem Leder appliziert, in drei Sitzungen. Die Fistel ist geschlossen, die Drüsen zurückgegangen; geheilt entlassen.

Nachuntersuchung Ende 1912. Seither vollständig geheilt, eine zarte, kaum sichtbare Narbe in der linken Halsseite, keine Drüse zu fühlen, keine Hautveränderung.

Ende 1913 nicht aufzufinden.

R., A., 25 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, S. 7.)

Im November 1911 wegen linksseitigen Drüsenabszesses inzidiert. Fistel mit mäßiger Sekretion und mandarinengroßer Drüse dahinter. In zwei Sitzungen, in denen 16 x appliziert wurden, schloß sich die Fistel, das Drüsenpaket verschwand. Nachuntersuchung Ende 1912. Vollständig geheilt, keine Drüse mehr, Narbe ist zart, kaum sichtbar, keine Hautveränderung.

Ende 1913 nicht aufzufinden.

Sch., J., 18 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 10.)

Vor vier Jahren zum ersten Male doppelseitige Halsdrüsenschwellung, sonst immer gesund gewesen. Im Februar 1912 wegen doppelseitiger Halsdrüsen operiert. Es bestand im Anschluß daran eine Fistel, deretwegen die Bestrahlung vorgenommen wurde. Bis Juni 1912 werden je sieben Erythemdosen unter vierfachem Leder verabfolgt, wonach die Drüsen verschwinden und die Fistel vollständig verheilte, d. h. letztere ist von der dritten Bestrahlung ab schon geschlossen.



Im Dezember 1912 waren keine Drüsenschwellungen mehr aufgetreten, Ende Dezember 1913 gab Patient an, daß er seither sich wohl gefühlt habe, doch habe er vor vier Monaten einen Abszeß unter dem Arm gehabt. Das Aussehen ist sehr gut. Die Drüsennarben auf beiden Seiten des Halses sind weich, gut verschieblich, von weißer Farbe. Ziemlich ausgesprochene Teleankiektasien in der Umgebung. Drüsen sind keine zu fühlen.

Fr., S. R., Anfang der 30er. (Th. B., Nr. 1, Seite 11.)

Schon vielfach wegen ausgedehnter Halsdrüsentuberkulose operiert. Im März 1912 wieder großes Rezidiv. Beiderseits faustgroße Tumoren, die mit der Unterlage verwachsen sind, und von denen sich die keloidartig veränderte Haut nicht abheben läßt.

Die Frau befindet sich in schlechtem Ernährungszustand und psychisch sehr deprimiert, da die Tumoren immer wieder kommen. Bis Juni 1912 werden unter vierfacher Lederfiltration auf jede Seite drei Erythemdosen appliziert. Es entsteht eine Dermatitis nach der dritten Serie, die in 14 Tagen abgeheilt ist. Die Drüsen sind bedeutend zurückgegangen, teilweise abszediert, an einer Stelle hat sich eine Fistel gebildet. Nach siebenwöchentlicher Pause wird weiter bestrahlt und bis April 1913 mit geringen Unterbrechungen nochmals 7 Serien, also 14 Volldosen appliziert. Die ersten unter 1 mm, die weiteren unter 2 mm Aluminiumfiltration. Darauf sind die Drüsen fast alle verschwunden, nur hier und da fühlt man einzelne erbsen- bis bohnengroße Knoten.

Die Frau hat sich im Lauf des Jahres sehr gut erholt. Bei der Nachuntersuchung Ende Dezember 1913 gibt sie an, daß sie an Gewicht zugenommen habe, sich wohl fühle und ihrem Haushalt wieder vorstehen könne. Sie habe keine Schmerzen mehr am Hals, kleine Drüsen seien wohl noch vorhanden.

An der linken Halsseite fühlt man mehrere bis kirschgroße, bewegliche, derbe kleine Knoten, die nicht empfindlich sind. Rechts bestehen kleine Hautinfiltrationen, weniger Drüsen, auf beiden Seiten Teleangiektasien.

L., M., 27 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 16.)

Im April 1912 linksseitige Drüsenpakete exstirpiert, wenige Wochen später wieder über hühnereigroßen Tumoren auf der linken Seite. Auf 24 x in vier Sitzungen vollständiger Schwund der Drüsen.

Nachuntersuchung 2. Februar 1914. Seit den Bestrahlungen im Jahre 1912 keine Drüsen mehr, Patient fühlt sich vollständig wohl, keine Hautveränderung, Narbe kaum zu sehen.

Kl., B., 35 Jahre. (Th. B., Nr. 1, Seite 23.)

Als Kind schon mehrere Jahre lang Halsdrüsen, die dann im Mädchenalter verschwanden und im April 1912 wieder sehr stark auftraten.

Es handelt sich um doppelseitige bis mandarinengroße Tumoren vom Ohr bis zum Kinn, die besonders links sehr stark sind. Die Frau ist durch diese herabhängenden Verdickungen entstellt.

Es werden auf jede Seite je zwei Volldosen appliziert unter vierfachem Hirschleder. Darauf tritt ein bedeutender Rückgang der Tumoren ein. Auf weitere, je zwei Volldosen auf jede Seite, ließen sich die Tumoren kaum mehr beeinflussen. Vom Oktober 1912 bis Juni 1913 14 halbe Erythemdosen (wegen eines vorübergehenden Ekzems) verschwanden dann die Drüsen langsam bis auf kirsch- bis erbsengroße Knötchen.

Bei der Nachuntersuchung Ende September 1913 fühlte sich die Frau wohl, am Kinn waren immer noch bis kirschgroße derbe, bewegliche Drüsen zu fühlen. Die Haut zeigt beiderseits geringe Teleangiektasien.

Es handelt sich um einen sehr hartnäckigen Fall, mit ausgedehnten Drüsentuberkulosen, den man als fast geheilt betrachten kann; allerdings wurden eine ganz erhebliche Menge Röntgendosen appliziert und erstreckte sich die Behandlung fast über ein Jahr.

Bei der Nachuntersuchung Anfang Februar 1914 sind immer noch bis kirschgroße, bewegliche derbe Knötchen zu fühlen. Die Hautveränderungen sieht man fast nicht.

O., F., 8 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 39.)

Am 5. XI. 1912 zum letztenmal wegen rechtsseitiger Halsdrüsen operiert. Vorher schon viermal operiert. Bald nach der Operation erneute Anschwellung im unteren Narbenwinkel. Mehrere bis über taubeneigroße Drüsen zu fühlen, die sich weich anfühlen. Auf vier Bestrahlungen der rechten Seite (es wurden zirka 15 x im ganzen verabfolgt). Bedeutende Besserung, nur mehr zwei kleine erbsengroße Drüsen zu fühlen. Im März 1913 erneute Anschwellung; auf zwei Volldosen wieder Rückgang.

Bei der Nachuntersuchung Ende Dezember 1913 sind keine Drüsen zu fühlen, der Junge hat wieder guten Appetit, fühlt sich wohl, die Narbe ist auffallend zart und kaum zu sehen. Veränderungen der Haut sind nicht zu sehen.

Sch., M. (Th. B., Nr. 1, Seite 41.)

Schon mehrfach wegen Drüsen operiert. Rechts und links kettenförmig bis über nußgroße Tumoren, die sich von der Unterlage verschieben lassen. Auf sechs Dreiviertel- bis ganze Dosen unter 1 mm Aluminium sind die Drüsen bis auf erbsengroße Knötchen zurückgegangen bis Juni 1913.

Bei der Nachuntersuchung Ende Dezember 1913 fühlt man rechts und links eine Kette von Drüsen bis zu Kirschgröße.



Es handelt sich hier also um einen nur gebesserten Fall, der von vornherein als sehr hartnäckig imponierte.

M., J., 7 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 43.)

Wegen rechtsseitiger vereiterter Halsdrüsen operiert, bald darauf wieder Schwellung. Ende 1912 in dreiwöchentlichen Abständen dreimal je eine Erythemdose unter 1 mm Aluminium appliziert, worauf die Drüsen verschwanden. Ende 1913 geheilt.

J., L., 7 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 45.)

An der rechten Halsseite wegen großer vereiterter Drüsen operiert, jetzt wieder mehrere taubeneigroße Drüsen am rechten Unterkieferrand, mit stark sezernierender Fistel. Auf vier Sitzungen, in denen 18—20 x appliziert wurden, mit geheilter Fistel und erbsengroßen Drüsen entlassen (März 1913).

Ende 1913 Nachuntersuchung, vollständig geheilt.

Dr. M., 34 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 46.)

Seit 2—3 Jahren rechtsseitige Halsdrüsen bis zu Hühnereigröße, noch nicht operiert. Da alle anderen Mittel erfolglos blieben, Röntgenbehandlung. Von Januar bis Juni 1913 in 7 Sitzungen zirka 50 x appliziert, worauf die Drüsen bis auf Erbsengröße verschwinden.

Nachuntersuchung Ende 1913, außer erbsengroßen Knötchen keine Haut verändert.

B., D., 35 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 47.)

Seit mehreren Monaten rechtsseitiges, über hühnereigroßes Drüsenpaket, mit der Unterlage fest verwachsen, schmerzhaft, wohl schon zweites Stadium. Auf sechs Sitzungen, in denen 50 x appliziert wurden, vollständige Heilung.

Ende 1913 außer erbsengroßen Knötchen nichts zu fühlen.

St., A., 22 Jahre alt. (Th. B, Nr. 1, Seite 49.)

Seit Weihnachten 1912 Fistel hinter dem linken Ohr und linksseitig mehrere über nußgroße Drüsen hinter der Operationsnarbe. Auf drei Sitzungen 23 x bis April 1913 vollständige Heilung der Fistel, Rückgang der Drüsen.

Nachuntersuchung Ende Januar 1914. Seit den Bestrahlungen vollständig geheilt, keine Hautveränderung.

B., Th., 21 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 50.)

Seit zwei Jahren an beiden Halsseiten Drüsen, die in der letzten Zeit beiderseits bis Faustgröße sich verändert haben. Patient ist sehr entstellt. Die Drüsen sind mit der Unterlage fest verwachsen und lassen sich kaum verschieben, deshalb wird von einer Operation Abstand genommen. Auf sechs Volldosen (je drei auf jede Seite) Verkleinerung. Auf weitere sieben Dosen à 6—8 x auf jede Seite ändert sich der Befund eigentlich wenig. Nach sechswöchentlicher Pause im September 1913 werden nochmals je vier Dosen à 8 x unter 3 mm Aluminium appliziert, worauf die Tumoren nur noch stärker zurückgehen, so daß jetzt noch nur noch bis kirschgroße Drüsen zu fühlen sind.

Es handelt sich um einen sehr hartnäckigen Fall von Drüsentuberkulose, der erst auf enorme Dosen, im ganzen 203 x, mit erheblicher Verkleinerung der Drüsen reagierte.

St., Ph., 43 Jahre alt. (Th. B., Nr. 1, Seite 54.)

An beiden Halsseiten ausgedehnte vereiterte Drüsen, mit Fisteln bis zur Mitte der Wange. Die Größe der Drüsen überschreitet die eines Taubeneis nicht, doch sind sie in Ketten beiderseits zu fühlen. Auf mehrfache Einstellung, in denen im ganzen zirka 110 x von Mai 1913 bis Oktober 1913 appliziert wurden, trat vollständige Heilung ein, die auch im Januar 1914 bei der Nachuntersuchung noch bestand.

Derartige Fälle sind 40, Ende 1913, Anfang 1914 nachuntersucht, bei denen doch die Behandlung mindestens mehrere Monate abgeschlossen war, bei einzelnen bis zu zwei Jahren, alle mit durchweg günstigem Resultat, wenn auch bei mehreren Leuten vereinzelte bis kirschgroße Drüsen zurückgeblieben waren.

Bei den beiden Mißerfolgen handelt es sich um Leute über die vierziger Jahre, von denen der eine Drüsenschwellung im ersten Stadium hatte, die sich absolut nicht beeinflussen ließ, und der andere ausgedehnte Vereiterungen, die seit Jahren mit multiplen Fisteln bestanden. Auf Applikation von 40—50 x mußte den Leuten wegen vollständiger Erfolglosigkeit die Operation angeraten werden.

Die Patientinnen wurden meist nach Veränderungen der Menstruation infolge der Bestrahlungen gefragt, was von allen verneint wurde.



Aus der Röntgenabteilung des Hospitals zum heiligen Geist in Frankfurt am Main.

Die Invaginatio ileocoecalis im Röntgenbild.

Von

Dr. **Franz M. Groedel**, Vorstand der Abteilung, Arzt in Bad Nauheim.

(Tafel IX, Fig. 1.)

In Band XXI, Heft 5, der Fortschritte hat Lehmann einen Fall von Invaginatio ileocoecalis beschrieben, bei dem die Differentialdiagnose: Tumor oder Invagination durch die Röntgenuntersuchung ermöglicht wurde.

Das Röntgenbild zeigte bei Verwendung der Röntgenmahlzeit keine Abweichungen von der Norm. Lehmann berichtet, „daß eine per os gegebene Wismutmahlzeit den Darm glatt passierte und nach 24 Stunden bereits verschwunden war". Dagegen fand sich bei der Einlaufuntersuchung die Wismutsäule an der Stelle des palpablen wurstförmigen Tumors plötzlich scharf abgebrochen, „von den äußersten Ecken der Unterbrechungslinie aber setzten sich zwei schmale 0,5—1 cm breite schwache Wismutstreifen, die ebenfalls eine der Haustreuzeichnung entsprechende Schlängelung zeigten, noch 15—20 cm dem Verlauf des Querkolon folgend, fort, zwischen beiden war noch ein ganz schwaches, eben erkennbares Wismutband sichtbar".

Lehmann „sind bisher entsprechende Fälle aus der Literatur nicht bekannt geworden". Es scheint sonach bei Invagination nur sehr selten einmal die Röntgenuntersuchung zu Rate gezogen zu werden, obwohl sie bekanntlich eine der häufigeren Erkrankungen ist, die zu einer Verengerung oder zum Verschluß des Darmrohres führt. Als Ursache ist wohl einerseits die relative Leichtigkeit der Diagnosestellung, andererseits der zur sofortigen Operation drängende bedrohliche Charakter der Krankheitserscheinungen zu nennen.

Nun ist bekanntlich die Invaginatio ileocoecalis weitaus die häufigste Form der Invaginationen ($^1/_2$—$^3/_4$ aller Fälle); aber wir unterscheiden auch bei ihr noch eine Unmenge von Variationen wie: die Invaginatio coeco-colica, coeco-ileocolica, iliaca-ileo-coecalis u. a. Es läßt sich danach folgern, daß wahrscheinlich auch bei häufigerer Röntgenkontrolle von Darminvaginationen verschiedenartige Bilder auftreten werden. Besonders müßte es befremden, wenn unter diesen Bildern das klinisch markanteste Symptom die Verengerung resp. Erschwerung der Darmpassage, speziell der Dünndarmpassage in der Gegend der Ileozoekalklappe nicht öfter anzutreffen sein sollte.

Ich selbst habe über einen Fall (Münch. med. Wochenschr. 1913, Nr. 14) berichtet, in welchem eine temporäre Dünndarm- resp. Ileozoekalstenose durch Invagination bedingt war. Ich wiederhole hier kurz meine Schilderung:

Der 7jährige kleine Patient kam etwa 6 Wochen vor der Krankenhausaufnahme nachmittags aus der Schule und klagte über starke Schmerzen im Leib. Nach zweitägigem Bestehen verschwanden die Beschwerden für einen Tag, traten dann wieder auf usw. Der behandelte Arzt konnte keine Ursache für die Erkrankung auffinden. Fieber bestand nicht. Waren die Schmerzen besonders heftig, so trat galliges Erbrechen auf. Einmal war der Stuhl rot gefärbt. Die Schmerzen steigerten sich weiterhin und traten fast jede Viertelstunde auf. Der Schmerzbeginn war so heftig, daß das Kind häufig aufschrie. Auch während des Krankenhausaufenthaltes traten in Intervallen Schmerzen auf, die besonders in der Ileozoekalgegend verspürt wurden. Hier war auch öfters eine Verwölbung der Bauchdecken zu sehen, die unter der palpierenden Hand unter gurrenden und rollenden Geräuschen wieder verschwand. Auch am übrigen Abdomen waren zeitweise ähnliche, unter Schmerzäußerungen des Kindes auftretende Darmsteifungen zu erkennen. Während der Schmerzanfälle war der rechte Rektus im Vergleich zum linken stark angespannt. Die Stuhluntersuchung ergab wiederholt positiven Blutbefund, dagegen keine Wurmeier. Nach einiger Zeit sistierten die Anfälle, die rechte Unterbauchgegend blieb jedoch dauernd leicht druckempfindlich.



Die Röntgenuntersuchung führte zu folgendem Ergebnis: Durch Röntgeneinlauf wird der Dickdarm in seinem ganzen Verlauf sichtbar. Der Querdarm steht verhältnismäßig hoch. Das S-romanum ist stark ausgedehnt. Die letzte Dünndarmschlinge scheint retrograd gefüllt zu sein. Nach Entleerung des Einlaufes durch Defäkation erscheint das Zoekum ziemlich leer, der übrige Dickdarm in toto weniger stark gefüllt. Vom Zoekum nach oben verlaufend ist ein vielleicht 0,5 cm breites, über 10 cm langes, leicht gewundenes Schattengebilde zu sehen, das dem Wurmfortsatz entsprechen dürfte. Am nächsten Tage erhielt Patient eine Bariummahlzeit. Es zeigte sich jedoch der Dickdarm noch nicht vollkommen vom Einlauf entleert, weshalb die Untersuchung abgebrochen wurde. Nach zweitägigem Abführen wurde neuerdings eine Röntgenmahlzeit gegeben. Auf der sogleich nach der Mahlzeit angefertigten Platte sehen wir einen normalen, durch eine mit gutem Appetit verzehrte, aber etwas zu reichliche Mahlzeit (es war die Menge, die sonst Erwachsene nehmen) ausgefüllten Magen. Das Duodenum beginnt sich gerade zu füllen. Sonst sind keine Kontrastmittelschatten im Abdomen zu sehen, außer einem gewundenen, aus etwa 5—6 zylindrischen Abschnitten bestehenden schmalen Schattenband rechts unten in der Appendixgegend. Da die Schatten für Kotsteine oder dgl. zu scharf sind, wird mit Wahrscheinlichkeit auf einen langen, trotz des zweitägigen Abführens mit stagnierendem Kot gefüllten Wurmfortsatz geschlossen. Zwei Stunden nach der Mahlzeit ist der Magen erst zu $^2/_3$ geleert, der Dünndarm stark gefüllt, vom Dickdarm nichts mit Sicherheit nachzuweisen. Da nach 4 Stunden der Magen immer noch stärker gefüllt ist, der Dünndarm nun ganz abnorm stark, der Dickdarm dagegen fast noch gar nicht sichtbar ist, wird bereits ein Hindernis in der Gegend der Ileozoekalklappe vermutet. Erst 8 Stunden nach der Mahlzeit (Patient klagte über sehr starke Schmerzen) ist der Magen fast vollkommen leer. Zoekum, Aszendens, Transversum und sogar Deszendens sind nun teilweise gefüllt. Der Dünndarm hat sich zum größten Teile geleert, nur die letzte Ileumschlinge ist noch sichtbar. Wir sehen sie vom Zoekum aus horizontal nach links durch das Abdomen verlaufen, über Querdarmbreite ausgedehnt, und zwar teils durch Bariumchymus, teils durch Luft — also das typische Bild einer Ileozoekalklappenstenose (s. Abb. 1, Tab. IX). Wieder 4 Stunden später, also 12 Stunden p. c., scheint das Hindernis überwunden, der Dünndarm ziemlich geleert zu sein. Die Schmerzen waren fast ganz verschwunden. Am nächsten Morgen (24 Stunden p. c.), ist der Dünndarm vollkommen leer (s. Abb. in meiner oben zitierten Arbeit), der Kontrastchymus außer geringen Resten im Zoekum, vollkommen im Colon descendens und in der distalen Querdarmhälfte angesammelt. Der Wurmfortsatz war wieder als gewundenes, wurmförmiges Schattengebilde deutlich zu sehen. 32 Stunden nach der Mahlzeit war das Zoekum vollkommen leer, der übrige Dickdarm noch in gleicher Weise sichtbar wie am Morgen, jedoch als schmäleres Schattenband, da sein Inhalt durch Defäkation vermindert worden war. Der Wurmfortsatz war noch an gleicher Stelle und in gleicher Schärfe zu sehen, schien sich aber mehrfach aufgerollt zu haben. Endlich wurde eine letzte Aufnahme 48 Stunden p. c. gemacht, nachdem wieder eine Defäkation vorausgegangen war. Es war am Dickdarm nur noch die Ampulle gefüllt, der übrige Dickdarm durch Bariumreste noch teilweise angedeutet und wieder der zusammengerollte, gefüllte Wurmfortsatz an alter Stelle zu erkennen.

Die klinische Diagnose hatte gelautet: temporär auftretendes Hindernis im Darmtraktus, wahrscheinlich bedingt durch vorübergehende Darminvagination, und zwar vermutlich durch Invagination des Dünndarmes in das Zoekum. Ursächliches Moment wahrscheinlich eine appendizitische Reizung.

Die Röntgenuntersuchung stützte diese Diagnose durch den Nachweis eines starken temporären Passagehindernisses an der Valvula Bauhini und durch den Nachweis eines dauernd kotgefüllten Wurmfortsatzes. Da neuerdings vermehrte Beschwerden auftraten, wurde nach einigen Tagen zur Operation geschritten. Nach Medianschnitt wird das Zoekum herausgezogen. Es zeigt sich, daß das Ileum auf eine Strecke von etwa 15 cm in den Blinddarm



hineingeschlüpft ist. Die Invagination ist jedoch ganz locker und löst sich auf den leisesten Zug. Im Mesenterium des invaginierten Darmabschnittes fanden sich einige vergrößerte Drüsen. Die Appendix ist auffallend lang (12 cm), mehrfach gedreht und geschlängelt, nicht verwachsen. Sie wird auf die übliche Weise entfernt. Dabei zeigt sich, daß sie mit dünnbreiigem Kot gefüllt ist, daß besonders ihre Spitze prall gefüllt, hierselbst die Schleimhaut bläulich verfärbt ist und einige Blutpunkte aufweist. Die Operation und Heilung verlief im übrigen vollkommen glatt und bedarf hier keiner Erörterung.

Bei einem weiteren Fall beobachtete ich ähnliche Erscheinungen. Wohl erfolgte der Übertritt des Dünndarminhaltes in den Dickdarm langsamer als normal, auch waren die letzten Ileumschlingen zeitweise dilatiert. Zu dem typischen Bilde der Dünndarmstenose (Verbreiterung des Schattens über Dickdarmbreite, starke Gasansammlung und Niveaubildung, Verschwinden der Kerkringschen Falten) kam es aber nicht. Auch die Einlaufsuntersuchung verlief negativ.

Und in einem dritten Falle war röntgenologisch überhaupt kein anormaler Befund zu erheben — allerdings hatte der Patient auch zu wenig Brei eingenommen.

Eine Darminvagination ist, wie gesagt, nur selten vor dem Röntgenschirm zu beobachten. Soweit wir aber aus unseren vereinzelten Untersuchungen schließen dürfen, verursacht sie sehr verschiedenartige Röntgenerscheinungen, unter denen die der Darmstenose wohl die wichtigsten sind.

Aus der medizinischen Universitäts-Klinik Halle a. S. (Direktor: Prof. Dr. Ad. Schmidt).

Dilatationen des Duodenums im Röntgenbild bei direkter Füllung.

Von

Dr. **Oskar David,** Assistenzarzt der Klinik.

(Tafel X, Fig. a.)

Die Duodenalstenose ist die wesentlichste objektive Veränderung, die man bisher radiologisch am Zwölffingerdarm festgestellt hat. Die verhältnismäßig frühzeitige Erkennung dieser Erkrankung im Röntgenbilde wurde dadurch ermöglicht, daß man an der pathologischen Enge das Kontrastmittel sich anstauen sah. Hierauf fußen die in dieser Frage grundlegenden Arbeiten von Holzknecht[1]). Es ist nun aber begreiflich, daß dieses Phänomen nur eintreten kann, wenn die Enge so stark ist, daß die Kraft der Darmperistaltik nicht ausreicht, um den Inhalt vorwärts zu treiben. Dagegen werden geringe Verengerungen nur sichtbar sein, wenn es dem Untersucher gelingt, bei der Durchleuchtung abnorme Veränderungen der peristaltischen Welle an der Darmwand zu erkennen. Bessere Chancen bieten sich, wenn wir nicht aus dem flüchtigen Durchpassieren einer geringen Menge Speisebrei unsere Schlüsse ziehen müssen, sondern durch direkte Füllung des betreffenden Darmabschnittes die ganzen Wandkonturen darstellen können. Dies ist möglich geworden mit Hilfe der Methode, die ich vor einiger Zeit angegeben habe[2]). Ich hoffte schon damals, daß wir wohl jetzt in der Lage sein würden, leichter geringe stenosierende Prozesse, die uns bei der alten Methode der Beobachtung entgingen, zur Ansicht zu bringen. Dies hat sich auch bewahrheitet, und ich konnte die Richtigkeit der gewonnenen pathologischen Duodenalbilder letzthin in 3 Fällen bei der Laparatomie feststellen.

Im ersteren Falle handelt es sich um eine 39jährige Frau E. Sch., deren frühere Anamnese bedeutungslos ist. Sie erkrankte August 1912 mit häufigen Rückenschmerzen, die anfallsweise fünf- bis sechsmal täglich auftraten und zuweilen mit Schüttelfrost einhergegangen sein sollen. Sie suchte deshalb am 25. November eine chirurgische Klinik auf, in der eine Exstirpation der Gallenblase vorgenommen wurde und außerdem eine Fixation einer rechtsseitigen Wanderniere. Zunächst waren nach der Operation

---

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1910, Bd. CV.

[2]) Zentralblatt für innere Medizin 1913, Nr. 21.

die Beschwerden verschwunden, doch bald traten wieder Schmerzen in der rechten Bauchseite auf, die sich vor allem bei körperlichen Bewegungen sehr vermehrten. Es fiel ihr hauptsächlich auf, daß sie beim Aufsetzen aus der Ruhelage sehr intensive Schmerzen unterhalb des rechten Rippenbogens bekam, die erst langsam wieder verschwanden. Wegen dieser Beschwerden suchte sie am 22. Februar unsere Klinik auf. Der Untersuchungsbefund ergab eine schwächliche, abgemagerte Frau, deren Brustorgane, abgesehen von einer mäßigen Kyphose der Wirbelsäule keinerlei Besonderheiten aufwiesen. An der rechten Seite und in der Lendengegend befand sich je eine reaktionslos geheilte, nicht empfindliche Operationsnarbe. Die Leber- und Milzdämpfung war perkutorisch nicht vergrößert; diese Organe auch nicht palpabel. Es ließen sich keine abnormen Resistenzen in der Bauchhöhle nachweisen. Die Bauchdecken waren mäßig schlaff, konnten aber gut angespannt werden. Druck unterhalb des rechten Rippenbogens neben der Medianlinie wurde als schmerzhaft angegeben. Beim Aufrichten aus Rückenlage klagte die Frau über starke Schmerzen im rechten Hypochondrium. Die Untersuchung des Mageninhalts nach dem Probefrühstück ergab freie Salzsäure 14, Gesamtsäure 27. Die Restbestimmung nach Matthieu-Rémond ergab einen Gesamtmageninhalt von 178 ccm. Nach einer abendlichen Belastungsmahlzeit waren morgens geringe Reste im Magen, nach Riegelscher Probemahlzeit waren auch noch nach 6 Stunden Reste vorhanden. Diese Motilitätsproben wurden mehrfach wiederholt und hatten stets das gleiche Ergebnis. Im übrigen ergab die Untersuchung des Magendarmkanals nichts Pathologisches.

Bei der Röntgenuntersuchung ergab sich folgendes: Nach 50 g Bariumsulfatbrei stand der Magen tief unten im Becken ziemlich quergestellt. Rechts vom Nabel war ein kleiner etwa fünfpfenniggroßer Flecken zu sehen. Bei Bewegungen des Magens änderte sich der Stand dieses Fleckens nicht. Nach 6 Stunden bestand noch ein etwa 5 cm großer Magenrest; der isolierte Flecken war geschwunden. Dieser Befund ließ sich in genau derselben Weise mehrmals feststellen, nur daß einmal an Stelle des runden Fleckens ein schräger Streifen von der Leber zum Magen hinzog. Die weitere Passage des Breies durch den Darm zeigte keinen pathologischen Befund. Ich habe dann mehrmals versucht, nüchtern Wismutaufschwemmung in den Magen einzuführen, ohne daß dadurch eine deutlichere Füllung des einzelstehenden Schattens erfolgte. Es sei auch bemerkt, daß der isolierte Schatten bei mehreren Röntgendurchleuchtungen nicht sichtbar wurde. Bei der Wismutwasseraufschwemmung floß zunächst nichts durch den Pylorus ab, nur durch starke Effleurage gelang es, etwas ins Duodenum hinüberzudrücken. Auf Grund der klinischen Untersuchung wurde eine Atonie des Magens angenommen, sowie eine Motilitätsstörung, die vielleicht durch eine Veränderung des Duodenums bedingt sei. Trotz mancherlei Versuche, durch Suggestivbehandlung, durch Diätkuren und Bettruhe den Zustand zu bessern, war nicht der geringste Erfolg zu verzeichnen. Die Frau klagte dauernd in gleich präziser Weise über Schmerzen im rechten Hypochondrium. Wegen des Verdachtes einer Duodenalaffektion habe ich dann nach meiner Methode mittels des Duodenalschlauches das Duodenum zu füllen gesucht. Hierbei zeigte sich eine äußerst eklatante Veränderung, wie sie auf dem beiliegenden Photogramm mit Erläuterungsskizze (siehe Tafel X, Fig. a und Fig. 1) wiedergegeben ist. Der Bulbus duodeni ist stark erweitert von rundlicher Form, von Wismutaufschwemmung und einer großen Gasblase erfüllt. Hieran schließt sich senkrecht absteigend ein schmaler Wismutstreifen an, der weiterhin in die ziemlich normale Konfiguration der Pars horizontalis inf. übergeht. Der Übergang des Bulbus in die verengte Partie geschah in einen nach hinten konvexen Bogen. Diese verschiedene räumliche Lage kommt natürlich auf der Photographie nicht deutlich zur Geltung, war aber sowohl bei Durchleuchtung in seitlicher Stellung wie bei gleichzeitigem Druck auf die

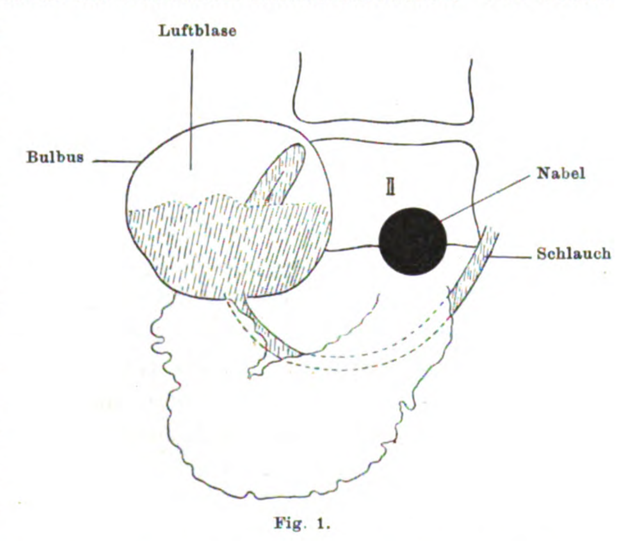


Fig. 1.

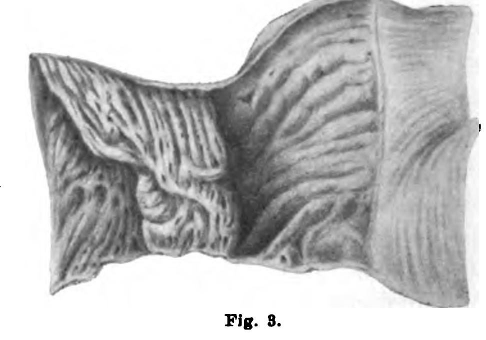
Bauchdecken sehr leicht erkennbar. Auf Grund dieses Befundes stellte ich die Diagnose: Duodenalstenose im Beginn der Pars descendens, die zu starker Erweiterung des Bulbus duodeni und zu Motilitätsstörungen mit sekundärer Atonie geführt hat. Ich nahm an, daß das Duodenum von Adhäsionsmassen, die sich im Anschluß an die früheren Operationen gebildet hatten, umgriffen war. Die Frau war zunächst nicht zu einer Operation geneigt. Da sich aber die Beschwerden nicht besserten, gab sie ihr Einverständnis. Bei der Mitte Mai vorgenommenen Laparotomie fand sich ein großer, schlaffer, tiefliegender Magen, der Pylorus weit und gut durchgängig, der Bulbus duodeni auch groß, der übrige Teil des Duodenums war nicht zur Ansicht zu bringen, da er in derbe Bindegewebsschwielen fixiert und eingebettet war. Es wurde eine Gastroenterostomie angelegt, die zunächst schlecht funktionierte, kurz nach einer vorgenommenen Nachoperation ging die Frau unter den Zeichen des allgemeinen Marasmus zugrunde.

Die Sektion ergab, abgesehen von für uns unwesentlichen Veränderungen wie Degeneration des Myokards, einer umschriebenen fibrinösen Peritonitis, einem schweren Darmkatarrh und Lungenödem an dem Duodenum ganz entsprechend unserem Röntgenbild eine am Übergang des Bulbus in die Pars descendens gelegene Einschnürung, die zwar nicht das Lumen stenosierte, wohl aber durch dicke Bindegewebsmassen die hintere Wand nach vorne einbuchtete.

Beistehende Abbildungen erläutern den Befund. Fig. 2 zeigt einen Ausguß des Duodenums, der in der Weise gewonnen ist, daß das geschlossene Darmstück von dem Magen aus mit Plastin ausgefüllt wurde.


Fig. 2.

Fig. 3 zeigt das Duodenum und den Endteil des Magens aufgeschnitten und aufgespannt. Man sieht am Ende des Bulbus die Darmwand durch Bindegewebsschwielen vorgebuchtet. Ein Vergleich mit dem Röntgenbild, das mit der Duodenalsonde gewonnen wurde, ergibt ohne weiteres die Zuverlässigkeit unseres Verfahrens.


Fig. 3.

Wenn wir in dem vorliegenden Fall gegeneinander zu werten suchen, was mit den verschiedenen diagnostischen Hilfsmitteln für die Erkennung des objektiven Befundes feststellbar war, so kommen wir zu folgendem Ergebnis: Durch die rein klinische Beobachtung ohne Hilfe der Röntgenstrahlen ließ sich nur feststellen, daß eine beträchtliche Motilitätsstörung vorlag. Durch die übliche Röntgenuntersuchung fand man eine abnorme Lage des Magens und die Motilitätsstörung bestätigt. Da bei einigen Untersuchungen seitlich neben dem Magen ein Wismutfleck beobachtet werden konnte, war man eveutuell zur Annahme einer Duodenalstenose berechtigt. Erst unser neues Hilfsmittel setzte uns vollends instand, die Ursache der Motilitätsstörung genau zu klären. Wir sehen also an diesem Falle, daß die bisherige Röntgenuntersuchung geringere Stenosen nur unvollkommen zur Anschauung brachte.

Fall 2. Die 28jährige Arbeiterin E. K. suchte am 17. April 1913 die Klinik auf mit der Angabe, daß sie vor drei Wochen von einem Wagen gefallen sei und seitdem Schmerzen in der rechten Bauchseite verspüre, auch habe sie seit der Zeit häufig an Erbrechen gelitten. Bereits am Tage nach dem Fall habe sie sich sehr stark erbrechen müssen.

Die Aufnahme der Familienanamnese der Kranken und der eigenen ergibt keine Besonderheiten.

Der Befund ergibt eine mittelgroße, ziemlich gut genährte Person. Die Untersuchung der Brustorgane zeigt keinerlei Besonderheiten. Die Bauchdecken sind schlaff, können aber genügend gespannt werden. Die Leber und Milz sind nicht palpabel, rechts oberhalb des Nabels, unterhalb des Leberrandes, der perkutorisch etwa 3 cm vom Rippenbogen entfernt liegt, befindet sich eine Druckschmerzhaftigkeit.

Die Mageninhaltsuntersuchung nach Probefrühstück ergab 25 freie Salzsäure bei einer Gesamtsäuremenge von 45. Der Stuhlgang enthielt nach Probediät keinen pathologischen Befund. Die Webersche Blutprobe fiel negativ aus. Der Magen war nüchtern leer, auch wenn abends eine größere Mahlzeit verabreicht war. Dagegen fanden sich 6 Stunden nach einer Riegelschen Probemahlzeit noch geringe Reste im Magen.

Die Röntgenuntersuchung des Magens mit 150 g Bariumsulfat ergab: leichte Hakenform, unterster Pol in Nabelhöhe, mäßige Peristaltik, nach 5 Stunden ganz geringer Magenrest, Coecum und Querkolon gefüllt, ohne Besonderheiten. Nach 24 Stunden Magen leer, Barium in Coecum und Querkolon.

Eine nach einigen Wochen erneute Röntgenuntersuchung mit 150 g Bariumsulfatbrei ergab wieder den nämlichen Befund des Magens, nur stärkere peristaltische Wellen. Nach 5 Stunden war noch ein etwa 3 cm hoher Restschatten im Magen, der größte Teil aber bereits im Coecum. Nach 8 Stunden trat Erbrechen ein, das zum Teil gallig gefärbt war und noch reichlich Barium enthielt.

Nach nüchterner Einnahme von Wismutwasser blieb dasselbe zunächst im Magen liegen, es gelang aber durch Effleurage Teile davon aus dem Magen hinauszubringen. Eine Veränderung war aber beim Durchwandern durch das Duodenum nicht zu sehen. Während der mehrwöchentlichen Krankenhausbeobachtung bot die K. stets das gleiche Bild. Sie klagte über zeitweise sehr heftig werdende Schmerzen unterhalb des rechten Rippenbogens, die beim Palpieren der betreffenden Stelle sehr an Intensität zunahmen. Zeitweise fühlte man eine wechselnd pflaumen- bis hühnereigroße Resistenz, die manchmal unterhalb der Leber in der Parasternallinie zu fühlen war, öfters aber auch sich mehr quer erstreckend bis über die Linia alba hinausging.

Ergänzend ist noch hinzuzufügen, daß zeitweise leichte Temperatursteigerungen und eine geringe Leukozytose (10—12000) bestanden. Hatte die Kranke etwas mehr gegessen, so stellte sich zudem häufig Brechreiz ein.

Trotz der verschiedensten internen Therapien, Diätkuren, auch Suggestivtherapie durch Injektion von Kochsalzlösung in die Bauchdecken wurde der Zustand kaum verändert. Da das einzig Positive eine gewisse Behinderung der Magenentleerung war, und sich kein Grund für eine Pylorusstenose fand, nahm ich eine Motilitätsstörung in der Gegend des Duodenums an, die entweder als Folge von pericholezystischen Prozessen aufzufassen waren oder vielleicht durch Adhäsionen bedingt waren, die durch das Trauma hervorgerufen waren. Da sich keinerlei Anhaltspunkte für eine Leber- oder Gallenblasenerkrankung ergab, so neigte ich dem letzteren mehr zu.

Ich versuchte nun, um mir ein klares Bild über den objektiven Befund zu verschaffen, mit Hilfe der Duodenalsonde das Duodenum darzustellen. Es ergab sich dabei das nebenstehende Bild (Fig. 4), aus dem eine Vergrößerung des Bulbus duodeni mit großer Luftblase und eine Verengerung in der Pars descendens zu ersehen ist.

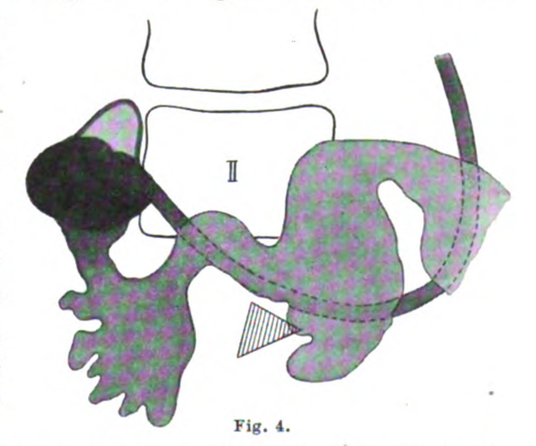


Fig. 4.

Die daraufhin vorgenommene Laparotomie (Prof. Stieda) ergab: nach Schnitt in der Medianlinie zeigt sich ein normal großer Magen, dessen Pylorus gut durchgängig ist. Das Duodenum ist sehr stark dilatiert und gebläht, Pylorusteil des Magens und Anfangsteil des Duodenums sind fast von gleicher Größe. Gallenblase normal, enthält keine Steine. An dem Duodenum ist kein Ulkus zu tasten, aber es ist eingehüllt in zahlreiche ältere und frische Adhäsionen, die es nach der Leber zu fixieren. Es wurde eine Gastroenterostomia retrocolica posterior angelegt. Die Kranke blieb weiterhin noch längere Zeit in Beobachtung, sie zeigte

nach Abheilen der Operationsnarbe keinen krankhaften Befund mehr. Auch ergab die späterhin vorgenommene Durchleuchtung, daß der Magen sich prompt durch seine neugeschaffene Öffnung entleerte.

Aus dem bei der Operation gefundenen erweiterten und geblähten Duodenum und den zahlreichen Adhäsionen kann man wohl mit Recht auf das Bestehen einer zum wenigsten funktionellen Stenose schließen. Auch der prompte Operationserfolg spricht in diesem Sinne. Wenn wir auch in Fall 2 unser diagnostisches Rüstzeug, das uns zur Diagnosestellung geführt hat, gegeneinander werten, so zeigt sich, daß unsere rein klinischen Untersuchungsmethoden uns im Stiche gelassen haben, daß die bisher übliche Röntgenuntersuchung bereits Verdachtsmomente für das Duodenum brachte; denn die zeitweise gute Peristaltik bei normaler Magenform, die trotzdem zu einem Restschatten führte, wies auf das Duodenum hin. Klar wurde auch in diesem Fall der Befund erst durch die direkte Füllung.

Fall III. Schwester E. M.

Die Kranke hatte früher vielfach nervöse Beschwerden gehabt, sie hat sich in letzter Zeit stark überarbeitet und erkrankte im Oktober 1913 mit Magenbeschwerden, die zumeist kurz nach dem Essen auftraten und die seit einem Monat sich wesentlich gesteigert hatten. Auch erfolgte mehrfach mitten in der Arbeit Übelkeit, Schwindel und Erbrechen.

Der Befund bei der Aufnahme am 9. Januar 1914 ergibt: Kleine Frau von grazilem Körperbau in reduziertem Ernährungszustand. Gesichtsfarbe blaß, Hämoglobingehalt 70% nach Talquist. Leukozyten 7200.

Die Brustorgane zeigen normalen Befund. Die Bauchdecken sind gut gespannt, oberhalb des Nabels besteht diffuse Druckempfindlichkeit. Die Druckschmerzhaftigkeit rechts von der Linea alba ist besonders groß. Die übrige Untersuchung der Bauchorgane und des Nervensystems ergibt normale Verhältnisse.

Während der folgenden Beobachtungszeit konnte niemals Fieber nachgewiesen werden.

Der Stuhlgang war meist angehalten, wurde nur alle 2—3 Tage entleert, er bot makroskopisch und mikroskopisch keine Besonderheiten. Er war nach fleischfreier Kost stets frei von Blut.

Die Mageninhaltsuntersuchung nach Probefrühstück ergab: Freie Salzsäure 22, Gesamtazidität 56. Wenn abends Reis und Korinthen verabreicht war, konnten morgens in der Spülflüssigkeit des Magens noch reichlich Reste nachgewiesen werden.

Bei der Röntgendurchleuchtung hatte der Magen eine Hakenform, stand sehr tief, er erreichte mit der großen Kurvatur fast die Symphyse. Der Pylorus war deutlich und scharf abgesetzt. Der Magentonus war gut, die Peristaltik mäßig. Nach 3 1/2 Stunden hatte bereits das meiste den Magen verlassen. Nach 8 Stunden war der Magen leer und der Brei im Colon ascendens, zum Teil auch bereits im Anfangsteil des Querkolons, nach 24 Stunden im Querkolon, das eine tiefe, bis auf die Symphyse reichende Schlinge bildet.

Die Kranke klagte dauernd in unveränderter Weise über Schmerzen. Auch bei einer erneuten abendlichen Belastung des Magens und morgendlicher Ausspülung konnten noch deutliche Reste nachgewiesen werden. Die mikroskopische Untersuchung des Mageninhaltes ergab keine pathologischen Bestandteile. Bei Füllung des Duodenums mit der Duodenalsonde zeigte sich, daß der Bulbus, die Pars descendens und Pars horizontal inferior sich gut füllte. Es trat jedoch mehrmals ungefähr in der Mitte der Pars descendens lateral eine scharfe Einschnürung auf, die sich während der Durchleuchtung, d. h. während etwa fünf Minuten nicht veränderte. Trotzdem konnte man beobachten, wie der Inhalt von der Pars inferior in die Jejunalschlinge sich allmählich entleerte. Der nachgespritzte Brei floß an dieser Einschnürung wie an einer stehenden Welle vorbei, ohne deren Kontur irgendwie zu verändern. Am Bulbus und der Pars descendens war keine deutliche Peristaltik sichtbar, erst am unteren Knie des Deszendens sah man geringe peristaltische Wellen, die in langsamen Schüben den Inhalt in den Dünndarm weiterwarfen. Die weitere Passage erfolgte in der üblichen schubweisen Form. Noch nach zwei Stunden war in der Gegend des Bulbus duodeni ein rundlicher Rest zu sehen. Ich habe mehrfach die Füllung wiederholt, auch photographisch zu fixieren gesucht. Wie sich aus nebenstehenden Skizzen der Photogramme ergibt, war das Charakteristische ein stark ver-

größerter, eigenartig verzogener Bulbus duodeni, der nach vorne hängend die Pars descendens zum Teil überdeckte und das konstante Vorhandensein einer großen Luftblase. Im einzelnen zeigen die Bilder: Fig. 5 b einen eigentümlich geformten stark vergrößerten Bulbus, an dessen Scheitel sich eine Luftblase befindet. In Fig. 5 a ist der Bulbus nur teilweise durch den Schlauch gefüllt, der sich hakenförmig umgelegt hat; auch wird wieder die Luftblase sichtbar. Fig. 5 c gibt gleichzeitig Füllung der übrigen Teile des Duodenums.

Auf Grund dieses Befundes wurde eine Probelaparotomie (Prof. Schmieden) vorgenommen, die folgendes Ergebnis

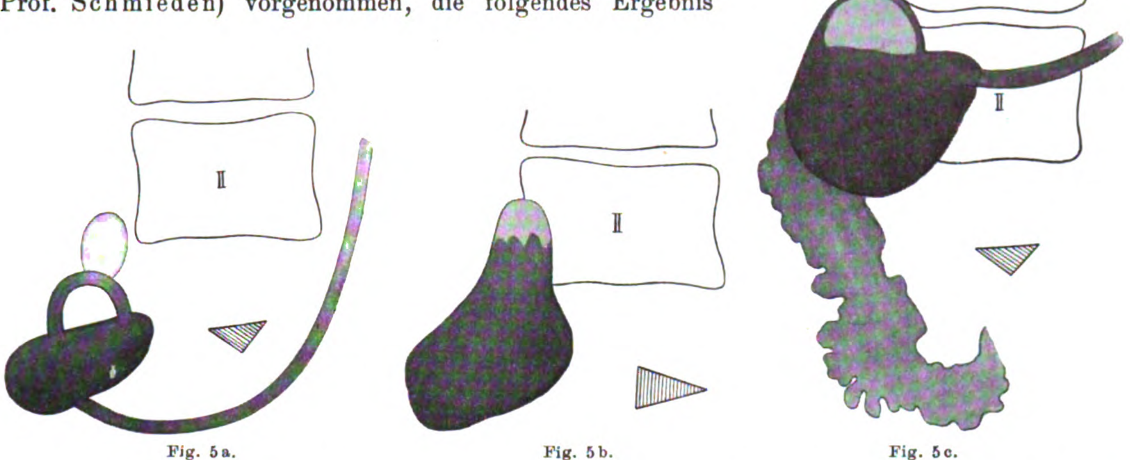


Fig. 5 a. Fig. 5 b. Fig. 5 c.

hatte: Nach Eröffnung des Peritoneums liegt der linke Leberlappen und der dilatierte Magen vor. Der Pylorus ist ziemlich stark erweitert, ebenso der Bulbus duodeni. Im Anfangsteil der Pars descendens finden sich einige Ƴ-förmige narbige Stränge. Ein Ulkus ist nicht auffindbar. Eine strangförmige Adhäsion zwischen Pylorus und linken Leberlappen wird durchtrennt. Pylorusverschluß durch Herumlegen des abgelösten Lig. teres, Gastroenterostomie.

Wenn wir in Fall 3 die verschiedenen Untersuchungsmethoden gegeneinander werten, so kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Auf Grund unserer klinischen Beobachtung hatten wir nur feststellen können, daß eine mäßige Motilitätsstörung des Magens besteht, auf Grund der gewöhnlichen Röntgenoskopie hatten wir dem noch hinzufügen können, daß ein Tiefstand des Magens vorhanden war. Demgegenüber wurden wir mit Hilfe unserer neuen Methode mit absoluter Schärfe auf eine krankhafte Beschaffenheit des Duodenums hingewiesen. Es zeigt sich auch hier wieder, daß geringere Veränderungen durch die direkte Füllung des Duodenums leichter zur Ansicht zu bringen sind.

Das Gemeinsame der beobachteten Fälle besteht wohl darin, daß es sich nur um geringe organische Verengerungen des Lumens handelte, die aber zu ernsten Krankheitsbildern Veranlassung gaben und für den Patienten mit sehr großen Beschwerden verbunden waren. Das Charakteristische zur Diagnosenstellung ist hierbei weniger die geringe Verengerung als die sekundäre Erweiterung, die bei der vollen Füllung des Duodenums deutlich zur Ansicht kommt, darin besteht auch der große diagnostische Wert für primäre z. B. angeborene Erweiterungen, wie ich in einem anderen Falle beobachten konnte. Bei Erweiterungen des Bulbus findet sich im Scheitel desselben stets eine große Luftblase, eine Beobachtung, die man zwar auch bei normalem Duodenum macht, aber nicht mit gleicher Konstanz.

Somit glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, auf die ich bereits in meiner ersten Publikation hinwies, daß mit unseren früheren röntgenologischen Methoden kleinere Veränderungen im Bereich des Duodenums leicht übersehen wurden und daß die direkte Füllung des Duodenums ein wesentlicher Fortschritt ist, der weiter ausgebaut sich dauernd einen Platz in unserer röntgenologischen Diagnostik erobern wird.



Aus der zweiten medizinischen Abteilung und dem Röntgen-Institut des Berliner städt. Krankenhauses im Friedrichshain.

Röntgenologischer Beitrag zur Klinik der Lungensyphilis[1]).

Von

Dr. **Kurt Kayser,** Assistenzarzt.

(Tafel X, Fig. 1, 2 und 3.)

Während die Diagnose der syphilitischen Veränderungen der Lunge beim Neugeborenen im allgemeinen weder dem Kliniker noch dem pathologischen Anatomen größere Schwierigkeiten bereitet, liegen die Verhältnisse bei der Lungensyphilis der Erwachsenen und der älteren Kinder anders. Pathologisch-anatomisch unterscheidet man hier zwischen einer zirkumskripten, i. e. gummösen, und einer diffus-bronchitischen, fibrösen Form. Diese syphilitischen Organveränderungen lassen sich selbst auf dem Sektionstische oft schwer von solchen tuberkulöser Natur trennen. Darum ist es verständlich, daß die klinische Diagnose der Lungensyphilis und besonders die Differentialdiagnose gegenüber der Tuberkulose mit besonders großen Schwierigkeiten verknüpft ist und einwandsfreie Fälle in der Literatur auch nur in verhältnismäßig geringer Zahl niedergelegt sind.

Immerhin haben sich aus den bisherigen Publikationen (Dieulafoy, Grandidier, Pankritius, Schnitzler, Zinn, Aufrecht, Albert Fränkel, Fritz Lesser u. a.) gewisse Normen und allgemeine Kriterien ergeben.

Nächst der Pneumonia alba beim Neugeborenen kommt Lungensyphilis am häufigsten bei Personen mittleren Lebensalters, die eine Lues von zwei bis vier oder mehr Jahren erworben haben, zur Beobachtung. Hereditäre, syphilitische Lungenerkrankungen bei Kindern bis zum 12. Lebensjahre, wie im nachstehend mitgeteilten Falle, sind selten.

Als diagnostische Merkmale gelten etwa folgende: Lokalisation des Prozesses im rechten Mittellappen, fieberloser oder nur mit kurzer Fiebersteigerung verbundener Verlauf, Fehlen von Tuberkelbazillen im Sputum, gelegentliches Auftreten leichter, in kurzer Zeit ohne besondere Therapie abklingender Hämoptysen, Kombination der Erkrankung mit anderen luischen Affektionen, besonders solcher des Rachens, der oberen oder tieferen Luftwege, und schließlich der Erfolg einer energischen, antisyphilitischen Therapie.

Alle diese Symptome und Zeichen fanden sich bei dem nachstehend berichteten Falle:

Ein zwölf Jahre alter Knabe wurde in sehr reduziertem Kräfte- und Ernährungszustande am 9. Juni 1913 auf die Abteilung von Professor Magnus-Levy ins Krankenhaus im Friedrichshain eingeliefert. Neben unwesentlichen Erscheinungen einer leichten Stuhlverstopfung wurde bei der Aufnahme folgender Lungenbefund erhoben:

Rechts hinten oben und rechts von oben, etwa zwischen der zweiten bis fünften Rippe ausgedehnte Dämpfung, in deren Bereich Bronchialatmen mit ziemlich zahlreichen, feuchten, klein- bis mittelblasigen, meist klingenden Rassegeräuschen zu hören ist, leichtere Temperaturerhöhung (38,6°) etwas Husten und schleimig-eiteriger Auswurf, in dem Tuberkelbazillen nicht nachweisbar sind.

Bei diesem Befunde, der in erster Reihe an Tuberkulose denken ließ, fiel auf, daß Spitze und Unterlappen der Lunge frei von pathologischen Veränderungen zu sein schienen. Die stark näselnde Sprache des Knaben führte zu einer Untersuchung der Rachenorgane. Dabei fand sich eine große Perforation am harten Gaumen und strahlig-narbige Veränderungen des

[1]) Nach einer am 3. November 1913 im Verein für innere Medizin und Kinderheilkunde zu Berlin gehaltenen Demonstration.

weichen Gaumens, der zusammen mit der Uvula bis auf ein stecknadelkopfgroßes Loch mit der hinteren Pharynxwand verwachsen war. Die übrigen Organe zeigten nichts Pathologisches.

Mit Rücksicht auf diese, sicher luischen Veränderungen des Rachens lag es nahe, auch die Erkrankung der Lunge als syphilitische aufzufassen, besonders da auch in den nächsten Tagen bei mehrmaliger Sputumuntersuchung Tuberkelbazillen nie gefunden wurden.

Inzwischen war die Mutter des Patienten bei uns erschienen und ergänzte die Anamnese durch folgende charakteristische Angaben:

Der Vater des Patienten hat früher Lues gehabt und deshalb auch im Krankenhause gelegen. Der Knabe selbst machte als kleines Kind eine Hornhautentzündung durch, war dann bis zum 6. Lebensjahre gesund, später aber dauernd kränklich und elend. Weihnachten 1911 bemerkte die Mutter am Gaumen des Knaben einen gelben Fleck, im Mai 1912 an dieser Stelle ein Loch und seit etwa einem Jahre trat näselnde Sprache auf. Seit einigen Tagen leidet der Knabe an Verdauungsstörungen und hat vor kurzem ein bis zwei Tage lang blutiggefärbten Auswurf gehabt, der aber bald wieder ohne besondere Behandlung geschwunden ist.

Im Hinblick auf diese Angaben gewann die Diagnose „Lungensyphilis" weiterhin an Wahrscheinlichkeit. Auch die Wassermannsche Reaktion war inzwischen positiv ausgefallen. Vor dem Beginn einer antisyphilitischen Therapie ersuchten wir den Leiter der Röntgenabteilung des Krankenhauses, eine Röntgenaufnahme anzufertigen, ebenso eine zweite nach 14 Tagen und eine dritte am Schluß der spezifischen Behandlung. Diese Röntgenaufnahmen sollten den zu erhoffenden und tatsächlich eingetretenen Erfolg der Behandlung im Bilde festhalten und einen objektiven Vergleich ermöglichen.

Das erste Bild (Figur 1), aufgenommen vor Beginn der Kur, läßt in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Perkussion eine starke Infiltration des ganzen rechten Mittellappens mit intensiven, sich bis zum Oberlappen hin erstreckenden Verdichtungen erkennen. Für Tuberkulose zeigt das Röntgenbild keinerlei Anhaltspunkte. Es finden sich weder vergrößerte Drüsen noch Knötchenbildungen oder Kavernen, wie man sie bei einer Phthise mit so starker Infiltration vielleicht hätte erwarten können.

Das zweite Röntgenbild (Figur 2) ist 14 Tage später aufgenommen, nachdem Patient während dieser Zeit mit insgesamt 30 g Hg. geschmiert worden war. Man sieht auf diesem Bilde deutlich einen Rückgang des ganzen Prozesses. Die anfänglich dichten Schatten haben sich aufgehellt und besonders der Prozeß im Oberlappen ist geringer geworden.

In der gleichen Zeit hat sich auch das klinische Bild geändert. Der Patient ist bereits seit dem vierten Tage der Krankenhausbehandlung entfiebert, die Menge des Auswurfs hat erheblich abgenommen und das Körpergewicht ist bereits im Ansteigen. Über den Lungen ist gleichfalls ein Rückgang der Erscheinungen — Aufhellung der Dämpfung im mäßigen Grade bei noch vorhandenen ziemlich reichlichem feuchten Rasseln und Bronchialatmen — festzustellen.

Das dritte Bild (Figur 3) ist nach weiteren vier Wochen antisyphilitischer Behandlung gemacht worden. Die Besserung gegenüber dem ersten Bilde ist ganz offenkundig. Der Oberlappen erscheint jetzt fast ganz frei und im Mittellappen sind bis auf einige fibröse Stränge in der Hilusgegend auch kaum mehr nennenswerte Reste von Verdichtungen wahrnehmbar.

Der klinische Befund geht dem röntgenologischen ganz parallel. Die Dämpfung und die Rasselgeräusche sind fast ganz verschwunden. Das Atmengeräusch ist vesikulär geworden und der vorher elende Knabe ist aufgeblüht, hat zirka $^1/_5$ seines anfänglichen Körpergewichts (6 kg) in den 6 Wochen der Behandlung zugenommen und ist frei von allen Beschwerden. Trotz der bis zu diesem Zeitpunkt abgeschlossenen 6 Schmiertouren à 3 g und der gleichzeitigen Darreichung von dreimal 1 g Kal. Jodat. pro die sowie zweimaliger Infusion von 0,3 Neosalvarsan ist die Wassermannsche Reaktion noch positiv geblieben, Behandlung und Besserung also noch nicht als abgeschlossen anzusehen.

Der bisher erreichte, klinisch wie röntgenologisch demonstrierbare Erfolg besagt, daß es



sich wirklich um eine Lungensyphilis gehandelt hat, und zwar natürlich um die gummöse Form Bei der fibrösen Form, die einer Restitution nicht fähig ist, hätte auch das Röntgenverfahren keine Veränderung, wenigstens keine Rückbildung des ursprünglichen Prozesses zeigen können.

Zusammenfassung: Der beschriebene Fall von heriditärer, gummöser Lungensyphilis kann, abgesehen von der Seltenheit des Vorkommens an sich, noch ein besonderes Interesse beanspruchen, erstens weil das Auftreten einer hereditären Lungensyphilis in dem relativ späten Alter von 12 Jahren ungewöhnlich ist, und zweitens weil es uns, unseres Wissens zum ersten Male, gelungen ist, den Rückgang gummös-syphilitischer Lungenveränderungen im Röntgenbilde festzuhalten und zur Anschauung zu bringen.

Aus dem allgemeinen Krankenhaus Hamburg-St. Georg; leitender Arzt Prof. Albers-Schönberg.

Zwei Fälle von Insuffizienz der Valvula Bauhini bei Perityphlitis chron.

Nach einem im Biologischen Verein zu Hamburg gehaltenen Vortrag.

Von

P. Lohfeldt.

(Tafel X, Figur b.)

Nach einer Übersicht der geschichtlichen Entwickelung betr. Funktion der Valvula ileocoecalis, der die Arbeit Dietlens, Band XXI, Heft 1, der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen zugrunde liegt, kann ich der Ansicht Dietlens durchaus beipflichten, daß die Insuffizienz der Valv. Bauhini zwar ein wichtiges objektives Symptom der chron. Perityphlitis aber vorläufig kein sicheres Zeichen für Dünndarmschmerzen bleibt, um so weniger, als in einigen Fällen von chron. Perityphlitis mit ähnlichen Schmerzanfällen die Klappeninsuffizienz nicht nachzuweisen ist. Auch ich habe innerhalb der drei Jahre meiner Assistententätigkeit im Röntgeninstitut des allgemeinen Krankenhauses Hamburg-St. Georg (Leiter: Prof. Dr. Albers-Schönberg) sowie im eigenen Privatinstitut in denjenigen Fällen, die mit der Diagnose „Perityphlitis sive Epityphlitis chron." zur Röntgendurchleuchtung kamen, sehr oft die beschriebene Schmerzhaftigkeit eintreten sehen erst in dem Augenblick, wo sich das anfänglich normal aussehende Coecum von den Augen des Beobachters mehr und mehr zu weiten beginnt, ohne daß es zu einer Insuffizienz der Klappe kommt, und trotz einer ziemlich großen Zahl von Darmdurchleuchtungen mittels Kontrasteinlaufs sah ich nur in zwei Fällen von Perityphlitis chron. den retrograden Übertritt des Einlaufs durch die Bauhinklappe ins Ileum hinein. Der erste Fall, der innerhalb einer Woche zweimal vor dem Röntgenschirm untersucht wurde und der bei der ersten Durchleuchtung erst beim Spontaneröffnen der Klappe über heftige Schmerzen in der Coecumgegend klagte, beim zweiten Male jedoch schon bei steigernder Coecumfüllung dieselben Schmerzen äußerte, ohne daß es mir trotz längerer Beobachtung und angewandter Massage des Coecums gelang, die erwartete rückläufige Füllung des Ileums wieder zu erzielen, spricht durchaus für Dietlens Auffassung. Dieser Patient, ein 9jähriger vor längerer Zeit von Herrn Dr. Sudeck appendikektomierter Junge, wurde auf unsere Diagnose „postperityphlit. Adhäsionen" wegen dauernder Schmerzen in der rechten Unterbauchgegend relaparotomiert, wobei sich ums Coecum erhebliche Verwachsungen fanden. Auf dem nach der ersten Durchleuchtung aufgenommenen Röntgenphotogramme sieht man deutlich das prall gefüllte und gedehnte Coecum sowie ein Stück des gefüllten Ileums (vgl. Pfeile); an der Klappe selber läßt sich keine Veränderung feststellen. Im zweiten Falle handelte es sich um eine Patientin, die ebenfalls wegen Perityphlitis chron. zur Röntgendurchleuchtung kam; auch hier füllte sich das Coecum prall, dann lief der Einlauf plötzlich durch die sich spontan öffnende Bauhinklappe ein Stück weit ins Ileum hinein, die Klappe selber schien nicht verändert.

Diese Patientin äußerte schon **vor** der Eröffnung der Klappe bei beginnender Dehnung des Coecums Schmerzen. Also auch hier wieder Schmerzen, ehe das Ileum sich füllte, dabei auch keine Steigerung derselben beim oder nach dem Sichöffnen der Ileocoecalklappe. Leider verfüge ich über keine Beobachtungen von Insuffizienz bei anderen Darmaffektionen, wie Dietlen sie noch in größerer Zahl beschreibt (abgesehen von schweren organischen Erkrankungen des Ileo-Coecums durch Karzinom oder Tuberkulose, die ja auch ohne weiteres verständlich sind), interessant ist mir vor allen die anscheinend gar nicht so seltene Insuffizienz der Klappe bei leichteren Darmerkrankungen wie bei Obstipatio chronica. Die Beobachtungen sind jedenfalls sehr wichtig, denn sie zeigen uns wieder zur Genüge, daß die Insuffizienz der Valvula Bauhini kein eindeutig zu verwertendes Symptom von Darmerkrankung ist, sondern nur geeignet ist, in Verbindung mit auftretender Schmerzhaftigkeit beim Füllen des Coecums mit Kontrasteinlauf die klinische Diagnose „Perityphlitis chron." zu stützen.

Ein Fall von besonders deutlichem Gallensteinnachweis durch Röntgenlicht.

Von

Dr. **Joh. Witte**, Arzt für Magen- und Darmkranke in Hannover.

(Hierzu Tafel X, Fig. c.)

Die Mitteilung der vorliegenden Beobachtung soll erfolgen, da ein klarer, röntgologischer Nachweis von Gallensteinen am Lebenden im Verhältnis zur ungemeinen Verbreitung der Cholelithiasis noch zu den größeren Seltenheiten zu zählen ist. Zudem gab, wie die Tafel X, c zeigt, die Aufnahme hier ein so besonders scharfes und lichtstarkes Bild, daß dieses der Öffentlichkeit nicht vorenthalten werden sollte.

Es handelt sich um eine 55jährige Patientin, die seit einigen Monaten über dyspeptische Beschwerden, Brennen im Leibe, saures Aufstoßen, Druckgefühl im Magen nach dem Essen, zu klagen hatte. Der Appetit war gut, aber durch rasches Sättigungsgefühl an seiner vollen Entfaltung verhindert. Kein Erbrechen. Stuhlgang normal, einmal pro Tag, nie auffallend hell oder dunkel gefärbt. Eigentliche Schmerzen fehlten, nie bestanden krampfartige Schmerzen, auch in früheren Zeiten nicht, niemals nächtliche Beschwerden, nie Ikterus. Menopause seit 5 Jahren.

Die äußere Untersuchung ergab bei der sehr mageren Frau ausgesprochen ptotischen Habitus mit schlaffer Bauchmuskulatur. Ein Tumor in Abd. nicht nachzuweisen. Rechts vom Nabel etwa der Lage des Musc. rectus abd. entsprechend, eine druckempfindliche Partie von 2 Fingerbreite. Keine Resistenz daselbst. Leber, Milz nicht zu fühlen. Rechte Niere mobil 1 Grad. Herz, Lungen o. B. Reflexe in Ordnung. Urin frei.

Das Probefrühstück ergab leicht subazide Werte; freie HCl = 12.
Gesamtazidität = 28.
Keine motorische Störung.

Nach Füllung des Magens mit Kontrastmahlzeit zeigte sich schon bei der Röntgendurchleuchtung rechts neben dem Magenschatten, der eine starke Gastroptose erkennen ließ, ziemlich genau in Nabelhöhe, ein dunkler, scharf gegen den Magenschatten abgesetzter, zweiter Schatten, dessen Feinheiten erst auf der Platte vollkommen zur Geltung kamen (siehe Abbildung). Man sieht hier diesen Schatten zusammengesetzt aus einer Gruppe von kleineren Einzelschatten, welche in ihrer oberen Gruppe scharf gegeneinander abgesondert, in der unteren mehr zu einem Konglomerat zusammengeballt sind. Der oberste Schatten ist viereckig, die Kanten leicht konkav eingebogen, ihm folgen nach unten drei gleichfalls scharf abgesetzte Schattengebilde, von denen das eine dreieckig mit lateraler oberer Spitze und medialer leicht konvexer Fläche geformt ist, während die beiden anderen so gestaltet sind, daß jeweils benachbarte Flächen einander angepaßt erscheinen, Konkavität sich an konvexe Fläche mit kleinem deutlich erkennbaren Zwischenraum anlagert. Auch in der unteren Schattengruppe lassen

sich noch einzelne Gebilde, namentlich an der oberen, lateralen Ecke derselben, unterscheiden, im ganzen aber nicht so scharf wie oben. Die Schatten sind so aneinander gelagert, daß die Gesamtheit ihrer Hauptgruppe etwa die Form einer Birne nachahmt, während der oberste Schatten im stumpfen Winkel hierzu gelagert, den Stiel der Birne markieren würde. Median decken die unteren Schatten teilweise die Wirbelkörper, lateral grenzen sie an das gasgefüllte Colon transversum, das nach Girlandenart einen Bogen nach unten beschreibt.

Über die Diagnose kann wohl kein Zweifel obwalten. Nach Lage, Form, Größe und Anordnung der Schatten kann es sich nur um solche von Gallensteinen handeln, die in ihrer Gesamtheit einen sehr augenfälligen, silhouettenartigen Ausguß der Gallenblase zeigen. Im besonderen sind die gegenseitig abgeschliffenen Konturen der drei mittleren Gebilde ganz außerordentlich charakteristisch zu nennen. Durch eine nach mehreren Wochen vorgenommene Kontrolluntersuchung habe ich mich von der Konstanz der Schatten überzeugt. Nach Anamnese und klinischem Befund ist eine Indikation zur operativen Entfernung nicht gegeben.

Das Bild ist ohne besondere technische Kunstgriffe, wie sie von Beck, Béclère, Pfahler empfohlen wurden, angefertigt: stehend, dorso-ventral, Atemstillstand.

Versuche zur Darstellung von Gallensteinen im Röntgenbilde sind, wie bekannt, wiederholt angestellt worden. Diese jedoch, wie auch die klinischen Beobachtungen, haben immer wieder zu der Ansicht geführt, daß die große Mehrzahl der Gallensteinerkrankungen durch das Röntgenverfahren nicht darstellbar ist, und im allgemeinen nur ein Zusammentreffen glücklicher Umstände zur Gewinnung eines eindeutigen Bildes, wie des vorliegenden, führt. Eingehendere Diskussionen über die Röntgographie der Gallensteine fanden auf dem 8. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft im Jahre 1912 im Anschluß an einen Vortrag von Lars Edling (Malmö) statt, sowie auf dem Kongreß der American Röntgen-Ray-Society 1910 nach einem Vortrag von Pfahler (Philadelphia).

Es ist wiederholt darauf hingewiesen worden, sowohl in diesen Diskussionen (Immelmann, de Quervain, Walter, Arthur Fränkel, Skinner), wie auch in verschiedenen Arbeiten, so von de Quervain, Pfahler, Thurstan-Holland, Matthias & Fett, Liek, Treplin u. a. m., daß die Schwierigkeit des röntgologischen Nachweises der Gallensteine begründet ist einmal durch die geringe oder auch fehlende Differenzierung ihrer Schatten von dem ihrer Umgebung, und daß andererseits ein gewisser Gehalt an Kalziumsalzen zur Gewinnung eines distinkten Schattens auf der Röntgenplatte unbedingt erforderlich sei. Was den ersten Punkt anbetrifft, so spricht vieles dafür, daß schon eine größere Menge umspülender Galle in der Gallenblase genügt, die darin vorhandenen Steine nicht zur Darstellung kommen zu lassen (Grashey, Treplin). Treplin hält daher auch nur diejenigen Steine für darstellbar, die im Ductus cysticus oder choledochus liegen, während von Galle umspülte Steine nicht zum Nachweis gelangen. Für eine solche Auffassung spricht die Erfahrung, daß es oft nicht gelingt, selbst in hervorragend palpablen, nicht von Leber überragten, aber offenbar stark mit Flüssigkeit (Galle, Hydrops) gefüllten Gallenblasen die Steine zu photographieren (Guilloz, Eigene Beobachtungen). Daß überlagernde Leber den Nachweis von Gallenkonkrementen verhindern kann, ihn jedenfalls außerordentlich erschwert, läßt sich leicht durch Röntgenphotographie von dem Körper entnommenen Gallensteinen mit darüber gelagerten Leberstückchen beweisen. Naturgemäß bildet eine größere Fettschicht in den Bauchdecken, wie sie ja häufiger bei Gallensteinleidenden vorhanden ist, als das Gegenteil, ein Hemmnis für die lichtscharfe Darstellung geringerer Schattenwirkungen.

Bezüglich des Kalkgehaltes ist zu sagen, daß reine Cholestearinsteine wohl sehr viel seltener sind als solche mit geringem Gehalt an Kalziumsalzen, die prozentual am häufigsten vorkommen dürften. Wenn auch diese kalkhaltigen Cholestearinsteine, dem Körper entnommen und mit Röntgenlicht photographiert, einen Schatten auf der Platte mit deutlicher Struktur geben, so genügt die Intensität desselben offenbar im allgemeinen nicht zur Darstellung in vivo. De Quervain macht darauf aufmerksam, daß die günstigsten Objekte die reinen, aber seltenen

Kalziumkarbonatsteine sind, daß wir also um so eher ein positives Ergebnis erwarten dürfen, je mehr Kalziumkarbonat bzw. auch -phosphat in den Cholestearinsteinen abgelagert wurde, während Bilirubinkalk die Durchlässigkeit für das Röntgenlicht nicht wesentlich zu ändern scheint (de Quervain). Da häufig die Ablagerung der Kalksalze in Form konzentrischer Streifen um den Cholestearinkern geschieht, so sind siegelringähnliche oder kranzförmige Röntgenbilder als typisch für Gallensteine beschrieben worden (Arthur Fränkel, Holland).

Im Hinblick auf diese Ausführungen kann gesagt werden, daß im vorliegenden Falle schon die Magerkeit der Patientin und die abdominelle Ptose ohne Senkung der Leber die Darstellung auch geringerer Schatten in Abdomine erleichterte. Der intensivere Charakter der Steinschatten deutet auf einen großen Gehalt an Kalksalzen hin, die hier offenbar gleichmäßig in den Steinen verteilt sind. Es ist vielleicht nicht zu viel behauptet, aus der Gesamtform der Steine auf eine völlige Austapezierung der Gallenblase mit Steinen mit Wahrscheinlichkeit zu schließen und damit aus der Annahme des Fehlens größerer Gallenmengen (Schrumpfblase?) dasjenige weitere Moment zu gewinnen, welches letzter Hand ein ungetrübtes Bild ermöglichte.

Meine Aufnahmstechnik mit dem Hochspannungsgleichrichter.

Von

Dr. August Schönfeld,

Vorstand des Zentral-Röntgeninstitutes des Kaiser-Jubiläums-Spitals der Stadt Wien.

Seit Jahresfrist benutze ich in meinem Zentralröntgeninstitute den Hochspannungsgleichrichter und hatte während dieser Zeit reichlich Gelegenheit, an dem großen Material der Anstalt, die einen Belagraum von 1000 Betten aufweist, durch zahlreiche Aufnahmen und Durchleuchtungen an internen, chirurgischen, urologischen und otorhinologischen Fällen eine große Erfahrung über die Verwendbarkeit, leichte Regulier- und immense Leistungsfähigkeit des Hochspannungsgleichrichters zu sammeln.

Die Veröffentlichung dieser Erfahrungen meiner persönlichen Aufnahmstechnik, soll zeigen, daß die Röhren, wenn sie nur rationell betrieben werden, keineswegs früher verbraucht werden, als beim Induktorbetrieb, und daß überhaupt der Hochspannungsgleichrichter gegenüber dem Induktorium einige nicht hoch genug zu schätzende Vorzüge aufzuweisen hat.

Der von mir benutzte Hochspannungsgleichrichter ist die größere der beiden von Siemens & Halske hergestellten Typen von Röntgenstrahlenregeneratoren. Der Transformator meines Apparates wird mit Wechselstrom direkt aus dem Drehstromnetze der städtischen Elektrizitätswerke gespeist, das bei 48 Perioden eine Spannung von 220 Volt aufweist. Die Primärwicklung dieses Transformators ist sechsfach unterteilt; diese Unterteilungen können von einem Schalttische aus mittels eines Regulierhebels beliebig eingeschaltet werden. Ein Regulierwiderstand mit 16 Kontaktknöpfen gestattet ein bequemes Anschalten des vorgelegten Widerstandes. An der Stirnseite des Schalttisches ist außerdem noch ein Schieberrheostat angebracht, um bei besonders weichen Röhren den Widerstand noch mehr erhöhen zu können. Er ist in der Regel ausgeschaltet.

Die primären Wicklungen des Transformators samt den einschaltbaren Widerständen bilden im Anschlusse an das Netz den primären Stromkreis, während die sekundäre Wicklung des Transformators und die eingeschaltete Röhre den sekundären Stromkreis darstellen.

Der erstere bietet dem primären Netzstrom, der letztere dem sekundär entstehenden, hochgespannten Strome einen teils induktiven, teils Ohmschen Widerstand, gegen den alle Zuleitungen und Verbindungen als beinahe widerstandslos vernachlässigt werden können.



Die Energien in den beiden Stromkreisen müssen sich bei gleichem Spannungsverhältnis stets die Wage halten.

Einer Röhre von einem bestimmten Vakuum, d. h. von einem bestimmten Widerstand, entspricht erfahrungsgemäß bei gleichbleibendem Spannungsverhältnis ein ganz bestimmter Widerstand im primären Stromkreis, der sich praktisch in einer bestimmten Stellung des Regulierhebels ausdrückt.

Bei gleichbleibenden Widerständen und gleichem Spannungsverhältnis kann dann nach dem Ohmschen Gesetz immer nur ein Strom von einem ganz bestimmten Werte fließen, der im primären Stromkreis in Ampère, im sekundären in Milliampère an dem im Stromkreise liegenden Instrumente gemessen werden kann.

Umgekehrt kann man aber auch aus der sekundär abgelesenen Stromstärke einen Schluß auf den Widerstand der Röhre ziehen; diesen Widerstand wiederum, der hauptsächlich im Vakuum der Röhre gelegen ist, kann man durch Gaszufuhr aus irgendeiner Regeneriervorrichtung so ändern, daß bei einer bestimmten Stellung des Regulierhebels eine vorher durch die Eichung des Instrumentariums bedingte Stromstärke in Milliampère gemessen durch die Röhre fließt.

Das Vakuum der Röhre steht aber nicht nur in einem bestimmten Verhältnis zur Stromstärke, zur Spannung und zum Widerstand im primären sowie im sekundären Stromkreis, sondern dasselbe bedingt auch die größere oder geringere Härte der erzeugten Röntgenstrahlen.

Jede Röhre sendet nämlich bei einer bestimmten Belastung Röntgenstrahlen von gleicher Komplexität oder mittlerer Penetrationskraft aus, die man entweder mit dem Auge an einer beliebigen Skala ablesen, oder noch besser durch Photographie einer Härteskala auf einer untergelegten Platte feststellen kann.

Schaltet man nun, während dieselbe Röhre im Stromkreise bleibt, mittels des Regulierhebels im primären Stromkreis Widerstand aus, so ändert man nicht nur die Potentialdifferenz an den Enden der Primärwicklung des Transformators und dadurch auch die Spannung im sekundären Stromkreis, sondern es muß auch infolge der höheren Spannung ein stärkerer Strom im primären Stromkreis, sowie im Röhrenstromkreis fließen, dessen Intensität durch das Milliampèremeter angezeigt wird. Die Röhre sendet dann, wie man leicht durch fortlaufende Härtemessungen beweisen kann, infolge der höheren Belastung penetrationskräftigere, d. h. härtere Strahlen aus.

Diese meine Behauptung, daß bei Ausschalten von Widerstand die Spannung steigt, sowie das umgekehrte Verhalten, ist naturnotwendig im Ohmschen Gesetz begründet. Daß diese Tatsache bis jetzt nicht so recht uns Röntgenologen zum Bewußtsein gekommen ist, liegt darin, daß die Bedeutung des Voltmeters am Schalttisch von keiner Seite noch recht gewürdigt wurde.

Tatsächlich legen, soviel mir bekannt ist, alle Firmen ihre Schalttischvoltmeter direkt an die Pole des Netzes. Das Instrument zeigt mir eine Spannung an, die mich gar nicht interessiert, da sie, abgesehen von kleinen Schwankungen, die ich gar nicht die Macht habe, zu korrigieren, stets konstant bleibt.

Sinn und Bedeutung gewinnt aber das Voltmeter in dem Moment, wo es, nach meinem Verlangen richtig geschaltet, an die Enden der Primärwicklung des Transformators gelegt wird, und den Spannungsabfall oder -Zuwachs an diesen für das Instrumentarium so wichtigen Punkten abzulesen gestattet.

Das oben skizzierte Verhalten bei steigender Belastung zeigt aber nicht jede Röhre in gleicher Weise. Bei dem einen Röntgenrohr beträgt die Härtesteigerung schon bei einer Belastungssteigerung auf 5 Milliampère beispielsweise 4 Grade einer Härteskala, während eine andere Röhre denselben Härtegrad erst bei einer Belastung von 30 Milliampère erreicht.

Von diesen theoretischen Überlegungen und praktischen Erfahrungen geleitet, schritt ich

an die Eichung meines Instrumentariums. Um die Verhältnisse hierbei möglichst zu vereinfachen, beschloß ich, vorerst meine Untersuchungen bei der sogenannten Zeitstellung des Gleichrichters, d. h. mit einer Impulszahl von 48 pro Sekunde durchzuführen und suchte durch eine Reihe von Aufnahmen verschieden dicker Teile des lebenden menschlichen Körpers jene Transformatorwicklung zu ermitteln, die bei einer stets beibehaltenen Fokusplattendistanz von 55 cm das komplexeste Röntgenstrahlenbündel in der Röhre erzeugte. Auf das Vorhandensein von Strahlen verschiedenster Penetrationskraft schloß ich aus den am besten abgestuften kontrastreichsten Negativen. Dabei zeigte sich die Stellung 4 des Transformators als die günstigste, das ist jene Wicklung, die maximal zirka 80 000 Volt Spannung in der Sekundärwicklung zu erzeugen imstande ist.

Nach meinen heutigen Erfahrungen halte ich überhaupt eine Unterteilung der Transformatorwicklung und schon gar eine sechsfache für vollständig überflüssig, zumal ich in der Praxis, die ich nun schon lange übe, keine andere Transformatorstellung als die oben angegebene benutze.

Große Schwierigkeiten bot bei diesen Feststellungen der Umstand, daß wir beim Arbeiten mit dem Hochspannungsgleichrichter erst langsam zur Erkenntnis gelangten, daß das Aussehen einer aufleuchtenden Röntgenröhre bei Gleichrichterbetrieb mit dem Bilde nicht ganz übereinstimmt, das sie bei Induktorbetrieb bietet. Da ich jahrelang mit dem Induktor gearbeitet habe, war ich beim bloßen Ansehen der Röhre geneigt, sie für weicher zu halten, als sie tatsächlich war. Erst oftmalige Messungen auf photographischem Wege mit der sechsteiligen Benoist-Walterskala lehrten mich die Röhre richtig einschätzen.

Bei diesen Untersuchungen konnte ich infolge der Reichhaltigkeit meiner Röhrensammlung die verschiedensten Röhrentypen am Gleichrichter ausprobieren und mir ein Urteil über die am besten arbeitenden Röhren bilden.

Von großer Bedeutung schien mir dabei die Art der Regeneriervorrichtung zu sein, zumal bei der ziemlich hohen Belastung, die ich gewöhnlich verwende, die Röhre prinzipiell vor jeder Aufnahme probiert und eventuell auf das richtige Vakuum gebracht werden muß.

Ich kann daher nur jene Regeneriermethoden als brauchbar bezeichnen, die es gestatten, ohne Umstände aus sicherer Entfernung meiner Röhre das fehlende Gas während des Betriebes zuführen zu können. Diese Methode ist nach meiner Erfahrung beim Hochspannungsgleichrichter unumgänglich notwendig, um den Röhrenbetrieb rationell zu gestalten und eine Plattenverschwendung durch Fehlaufnahmen zu vermeiden. Um die Röhre möglichst lange auf einem niedrigen Vakuum erhalten zu können, soll die Regeneriervorrichtung unendlich ergiebig sein und aus einem möglichst großen Reservoir Gas entnehmen lassen. Diese Bedingungen werden nur von zwei Regeneriervorrichtungen voll und ganz erfüllt, die beide gestatten, aus sicherer Entfernung, während des Betriebes aus einem wirklich unendlich großen Vorrate Gas der Röhre zuzuführen, das sind die Villardsche Osmoregulierung und die Bauersche Luftregenerierung. Die letztere wird die erstere in meinem Institute bald ganz verdrängt haben, da sie die Vorzüge steter Betriebsbereitschaft und einfacher Schlauchleitungen besitzt und überdies überall, ohne an einen Gasanschluß gebunden zu sein, leicht anzubringen ist. Auch das Fehlen des Leuchtgasgeruches und der Leuchtgasgefahr ist nicht zu unterschätzen. Selbst bei geringer Übung und Aufmerksamkeit ist die Handhabung der Bauerschen Luftregenerierung die denkbar einfachste, wenn man über eine prompt funktionierende Luftpumpe und einen Paragummidruckschlauch von 3 mm Wandstärke und 1 mm innerer Lichte verfügt. Meine ca. 10 cm große metallene Luftpumpe hat sich bei einer Schlauchlänge von 15 m Entfernung zwischen Pumpe und Regenerierung bestens bewährt. Man braucht auch nicht in ängstlicher Scheu mit der Anwendung der Regenerierung zu zögern, sondern kann ohne Bedenken selbst neue Röhren ganz nach Belieben oft regenerieren.

Nach diesen Feststellungen galt es nur noch einen Röhrentyp zu finden, mit dem auch eine etwas länger dauernde Aufnahme bei höherer Belastung bewerkstelligt werden konnte,



ohne ein Weicherwerden der Röhre befürchten zu müssen. Ich habe die meisten gangbaren Röhren durchprobiert und gefunden, daß für den Hochspannungsgleichrichter für photographische Zwecke die Müller-Wasserkühlröhre mit der Wolframantikathode und der Bauerschen Luftregenerierung der passendste Röhrentyp ist.

Die Antikathode dieser Röhre, die zu der Gattung der Rapidröhren gehört, besitzt statt des sonst üblichen Platinspiegels eine mehrere Millimeter dicke plankonvexe Wolframplatte. Reines Wolfram in Platten herzustellen ist erst in der letzten Zeit der Firma Siemens & Halske gelungen. Der Fortschritt liegt besonders darin, daß die mit Wolfram ausgestattete Antikathode viel widerstandsfähiger ist, da der Schmelzpunkt dieses Metalls bei 3000° C liegt, während das Platin schon bei 1800° C. schmilzt. Das Atomgewicht des Wolfram beträgt 184, das Wärmeleitungsvermögen ist sehr gut, die Zerstäubung sehr gering. Da die Wolframplatte sehr dick ist, so gelingt es überhaupt nicht, sie durchzustechen, ja sie kann wegen ihres hohen Schmelzpunktes nur ganz oberflächlich angeschmolzen werden. Im allgemeinen werden nach meiner Erfahrung die Röntgenröhren nicht so sehr dadurch gefährdet, daß die Antikathode durchgeschmolzen und die Röhre damit unbrauchbar wird, sondern die größte Gefahr liegt darin, daß das Platin angeschmolzen und der unterlegte Kupferklotz freigelegt wird, so daß infolge der intensiven Erhitzung und leichten Schmelzbarkeit des Kupfers Teilchen dieses Metalls vergast werden; dadurch wird die Röhre inkonstant, sie flackert intensiv oder spricht nur sehr schwer an. Solche Röhren mit angestochener Antikathode sind manchmal für den Hochspannungsgleichrichter überhaupt nicht mehr verwendbar. Bei den Wolframröhren halte ich ein solches Verhalten wegen der Dicke der Wolframplatte für ausgeschlossen. Ich habe zumindest bei keiner von ihnen diesen unangenehmen Zustand, selbst wenn sie überlastet und angeschmolzen worden waren, eintreten gesehen. Infolge der schweren Schmelzbarkeit des Wolframs kann man diesen Röhren auch für sehr hohe Belastungen einen viel kleineren Brennpunkt geben, wodurch wieder die Schärfe der Bilder günstig beeinflußt wird.

Von diesen Wolfram-Röhren mit Bauer-Luftregenerierung wählte ich diejenigen Exemplare für meine Aufnahmemethode aus, die jene Eigenschaften besitzen, die Klingelfuß kurzweg als flache Charakteristik bezeichnet hat, und die sich darin äußert, daß die Härte der Röhre, die bei geringerer Belastung beispielsweise zwei bis drei B. W. (Benoist-Walter) beträgt, auch bei hoher Belastung mit 30 Milliampère nur eine Strahlung aussendet, die 5—6 B. W. zeigt. Besitze ich eine Röhre von dieser Charakteristik, so kann ich sehr einfach durch Steigerung der Röhrenbelastung Strahlen von jener Penetrationskraft in dieser Röhre erzeugen, die für die photographische Aufnahme einer Hand, eines Fußes, eines Knies, Oberschenkels oder Schädels nötig ist, und ich kann auch mit dieser einzigen Röhre hintereinander bald diese, bald jene Aufnahme fertigstellen, ohne die Röhre härter oder weicher machen zu müssen. Die Röhre, die ich in meinem Institute bei meinem oben skizzierten Instrumentarium als Aufnahmsröhre verwende, muß bei einer Belastung von 10 Milliampère eine Härte von $3^1/_2$ B. W. der sechsteiligen Skala, bei einer Belastung von 24 Milliampère dagegen eine Härte von $5^1/_2$ B. W. zeigen.

Durch eine große Reihe von Versuchsaufnahmen habe ich nun ermittelt, daß bei Benützung der Zeitstellung und des Transformators in der Stellung 4 der Regulierhebel meines Widerstandsregulators auf Kontaktknopf 5 stehen muß, wenn meine Röhre bei 10 Milliampère Belastung die oben verlangte Härte von $3^1/_2$ B. W. haben soll, und daß ferner der Hebel andererseits auf Kontaktknopf 10 gestellt werden muß, wenn die Röhre bei einer Härte von $5^1/_2$ B. W. eine Belastung von 24 Milliampère aufweisen soll.

Hat die Röhre die oben verlangte Charakteristik nicht, dann ist sie für meine Aufnahmemethode nicht brauchbar und muß entweder für andere Zwecke verwendet oder gänzlich zurückgewiesen werden.

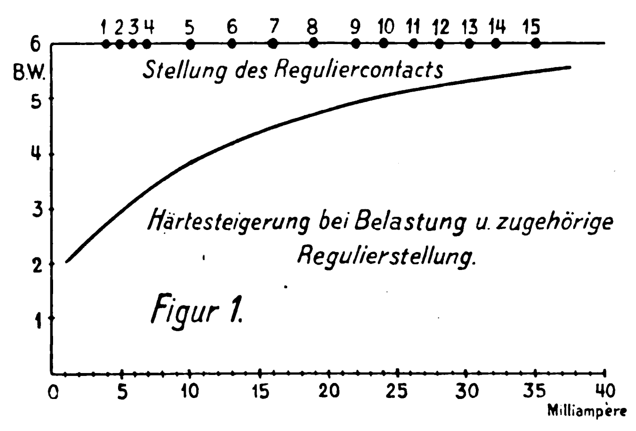
Hat sie zwar die verlangte Charakteristik, aber nur momentan nicht das richtige Vakuum, so kann man durch die Regeneriervorrichtung so lange Gas zuführen, bis das Milliampèremeter

mir anzeigt, daß die Röhre meinen Bedingungen entspricht. Läßt die Röhre bei einer der oben angegebenen Stellungen zuviel Milliampère durchgehen, als Zeichen, daß sie zu weich ist, so kann man sie in kürzester Zeit dadurch härter machen, daß man sie einige Zeit unterbelastet, das heißt mit einer Belastung von $^1/_2$ Milliampère laufen läßt. Das Zuweichsein der Röhre ist aber ein außerordentlich seltener Zustand, meist ist die Röhre härter, ja sie wird während der Belastung im Verlaufe der Aufnahme meist etwas härter, so daß man Gas zuführen muß.

Nachdem das Instrumentarium dergestalt geeicht worden war, hatte ich nur noch nötig, statt der gänzlich ungenauen Bezeichnung wie Fuß, Knie oder Schädel einer mittelstarken Person einfach die Dicke des Objekts in Zentimetern zu ermitteln und bei der Bestimmung der Expositionszeit zahlenmäßig in Rechnung zu stellen. Da man nun durch die Erfahrung schätzungsweise weiß, welche Penetrationskraft die Strahlen haben müssen, um ein gutes Bild eines Objektes von bestimmter Dicke zu erhalten, hätte man nur noch festzustellen, bei welcher Stellung und Belastung die Röhre die gewünschte Penetrationskraft besitzt. Doch ist es praktisch durchaus nicht nötig, und jeder Röntgenologe wird dies aus seiner Erfahrung bestätigen, daß die Penetrationskraft der Röntgenstrahlen ganz genau der Objektdicke angepaßt sein muß. Für gewöhnlich werden ja die Strahlenhärten nur nach dem Aussehen der funktionierenden Röhre geschätzt und nicht vor jeder Aufnahme mit einem Härtemesser gemessen. Andererseits sind auch unsere besten Härtemesser nicht so exakte Meßinstrumente, unsere Augen nicht so verläßliche, mathematisch genaue Beobachter, daß nicht Irrtümer oder Täuschungen unterlaufen könnten.

In der Praxis handelt es sich auch bei diesen Härtefeststellungen nicht um ganz exakte, sondern nur um beiläufige Angaben, denn die Röhrenhärten, die für Aufnahmen bisher überhaupt Verwendung fanden, wiesen nur einen Unterschied von zirka zwei Graden für die dünnsten, respektive dicksten Objekte auf.

Um die Härtesteigerung der Röhre, die meine oben angegebene Charakteristik besitzt, zu veranschaulichen, habe ich die Figur 1 beigegeben, in der die Härte in Graden der sechs-



teiligen Benoist-Walter-Skala bei verschiedenen Belastungen abgelesen werden kann. In der zweiten Ziffernreihe sind die Nummern der Kontaktknöpfe meines Regulierwiderstandes abzulesen, der in seiner jeweiligen Stellung die zugehörige Milliampèrezahl durchlassen muß, wenn die Röhre meinen Bedingungen entspricht.

Diese Regulierhebelstellung ist für jedes Instrumentarium verschieden. Sie ist abhängig von der Spannung, der Stromkurve, der Dimensionierung der Widerstände, und ist bei meinen zwei Gleichrichtern, die auf den ersten Blick einen vollkommen identischen Bau aufzuweisen scheinen, nicht vollständig gleich.

Da es ganz unnötig ist, die Röhrenhärte ganz genau der Objektdicke anzupassen, und da die Röhrenhärte in der Praxis für photographische Aufnahmen sich stets nur in zwei engen Grenzen bewegt, so genügt es einzig und allein, diese zwei Grenzstellungen des Widerstandes

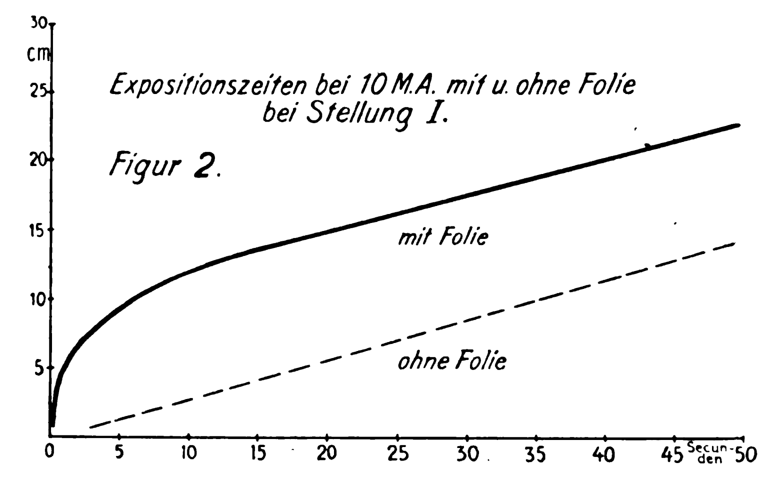
und damit der Röhrenhärte und ihrer Belastung zu kennen, sowie die nötige Aufnahmezeit in dieser Stellung pro Zentimeter Objektdicke zu ermitteln und alle Aufnahmen können mit ein und derselben Röhre fertiggestellt werden.

Als ich mein Instrumentarium und dessen Hebelstellung kennen und bewerten gelernt hatte, suchte ich also die Anzahl der Regulierstellungen zu reduzieren, zumal mein Bemühen darauf gerichtet war, mit möglichst weichen Röhren kontrastreiche Aufnahmen zu erzielen. Ich kam durch viele Hunderte von Aufnahmen zu dem erfreulichen Ergebnis, daß ich nur eine einzige Röhre meiner oben beschriebenen Charakteristik mit den folgenden zwei Regulierstellungen zu verwenden brauche, um mein Ziel zu erreichen.

Dies sind die hauptsächlichsten Kennzeichen, wodurch sich meine Methode von allen anderen vorteilhaft unterscheidet.

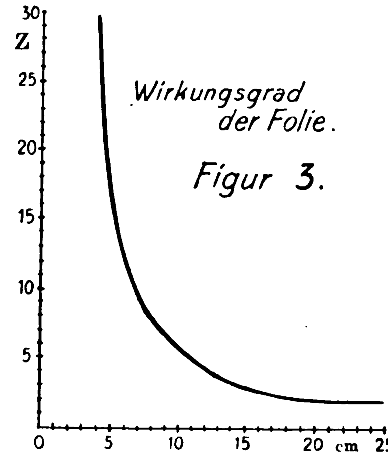
Stellung I.

In dieser mache ich meine Aufnahmen ohne Verstärkungsschirm bei 10 Milliampère Belastung, Transformatorstellung 4, Regulierkontakt 5, Zeitstellung des Apparates, Fokusplatten-



distanz 55 cm, je nach der Dicke des Objektes in Zentimetern nach der beiliegenden Skala Figur 2.

Arbeite ich bei stärkeren Objekten, um rascher zum Ziele zu gelangen, um bei wiederholten Aufnahmen die Haut des Patienten nicht gefährden zu müssen und um die Röhre zu schonen, mit Verstärkungsschirm, so beträgt die Expositionszeit bei derselben Stellung und Belastung nur einen bestimmten Teil der früheren Zeit.



Was den Wirkungsgrad der Verstärkungsschirme betrifft, sind die Angaben widersprechend. Ich will an dieser Stelle gegenüber den Behauptungen, die in dieser Beziehung aufgestellt und kritiklos hingenommen werden, ohne mich weiter auf Details einzulassen, das folgende konstatieren.

Manche sprechen davon, daß durch Verwendung einer Folie die Expositionszeit auf den 30. oder 20. Teil herabgedrückt werden kann, andere wieder geben nur zu, daß man die Zeit auf den 5. Teil mit ihrer Hilfe herabsetzen könne.

Betrachtet man, um den tatsächlichen Wirkungsgrad der Folie zu ermitteln, die beiden in Figur 2 eingezeichneten Kurven, die mir die Expositionszeiten mit und ohne Folie geben, so erkennt man, daß die gefundene Verhältniszahl (z) bei der von mir verwendeten Röhre mit der steigenden Objektdicke immer geringer wird.

Am besten läßt sich dieser Zusammenhang in der in Figur 3 dargestellten Kurve überblicken. In ihr finden wir die Erklärung der scheinbaren Widersprüche.

Wir sehen, daß der Wirkungsgrad abhängig ist von der Objektdicke.

Stellung II.

Für Objekte, die beweglich sind, wie Niere, Ureter, Magen und Darm, verwende ich dieselbe Röhre mit einer höheren Belastung von 24 Milliampère, Transformatorstellung 4, Regulierkontakt 10, Zeitstellung, Fokus-Plattenabstand zirka 55 cm und eine Folie. Für die Nierenaufnahmen benutze ich außerdem noch zur Fixierung der Niere und Abdrängung des Darmes die Albers-Schönbergsche Kompressionsblende mit 13 cm Blendendurchmesser und eine Luffaschwammpelotte. Die erforderlichen Expositionszeiten bewegen sich je nach der Dicke des Objektes zwischen $1^1/_2$ und 3 Sekunden.

Über den Wert der Methode braucht man nicht viel Worte zu verlieren, denn es spricht für sie am besten das kontrastreiche Negativ, dessen Güte noch von jedem, der mein Institut besuchte, bestätigt wurde.

Mit einer jetzt noch andauernd in Gebrauch stehenden Müller-Wolframröhre mit Bauerregenerierung habe ich im Verlaufe von vier Monaten 917 Aufnahmen gemacht; sie hat 16792 Sekunden gearbeitet, und von folgenden Organen in wechselvoller Reihe Photogramme nach meiner Methode hergestellt.

Humerus	22	Pelvis	28	Costae	13
Cubita	13	Cona	50	Caput	221
Antibrach.	13	Femur	11	Col. vertebr.	33
Carpus	13	Genu	50	Struma	25
Metacarpus	7	Crus	59	Clavicula	4
Phalang. man.	31	Tarsus	44	Scapula	1
		Metatarsus	20	Niere, Ureter	
		Phal. pedis	5	und Blase	254

Hiervon den größten Teil als Schnellaufnahmen in zirka $1^1/_2$ Sekunden. In diese Methode der Aufnahmen nach der Objektdicke paßt allerdings der Thorax nicht hinein, da er aus zu stark differenten Geweben zusammengesetzt ist. Vielleicht wird es mir gelingen, bei einer anderen Röhrenbelastung auch seine Aufnahmemethode einzuordnen; einstweilen benutze ich für Thoraxaufnahmen eine Röhre, die bei Stellung 10 des Regulierhebels unter Beibehaltung aller anderen Bedingungen so wie früher 35 Milliampère durchläßt. Je nach dem Thoraxdurchmesser wird die Aufnahme in 0,5 bis 1,5 Sekunden angefertigt. Natürlich im Atemstillstand.

Ob meine Methode sich auch ebenso am Induktor bewährt, werden weitere Versuche zeigen. Die technische sowie physikalische Kompliziertheit des Induktorinstrumentariums läßt aber vermuten, daß diese Methode nicht einfach übertragbar ist.

Der Hochspannungsgleichrichter stellt in seiner heutigen Form nicht nur das einfachste und regulierfähigste Instrumentarium dar, sondern man kann ihm auch mit spielender Leichtigkeit ganz immense sekundäre Strommengen entnehmen, so daß es auf diesem Gebiete das leistungsfähigste Instrumentarium darstellt, das technisch von anderen nicht mehr überholt werden kann.



Aus dem Orthopädischen Institut von Dr. Stein, Dr. Preiser, Dr. Lackmann.

Röntgenologische Studien über einige Epiphysennebenkerne des Becken- und Schultergürtels.

Von

Otto Nieber.

Beim Studium der röntgenologischen Atlanten und Literatur über Knochenentwickelung, sowohl der normalen als auch der pathologischen, ist wenig, fast nichts zu finden über Sitz, Auftreten und Bedeutung von einigen Epiphysennebenkernen des Becken- und Schultergürtels.

In seinem Atlas „Chirurgischer und pathologischer Röntgenbilder" bringt Grashey (1) eine kurze Bemerkung über den Epiphysennebenkern des Beckens am oberen äußeren Pfannendach. Er bringt daselbst ein Bild auf Tafel 6, welches als Nebenbefund bei Coxa vara adolescentium einen Epiphysennebenkern zeigt. In der Beschreibung dieses Bildes sagt Grashey: „Am oberen äußeren Pfannendach ein abgeschnürter Knochenkörper. Ossifikationsvarietät."

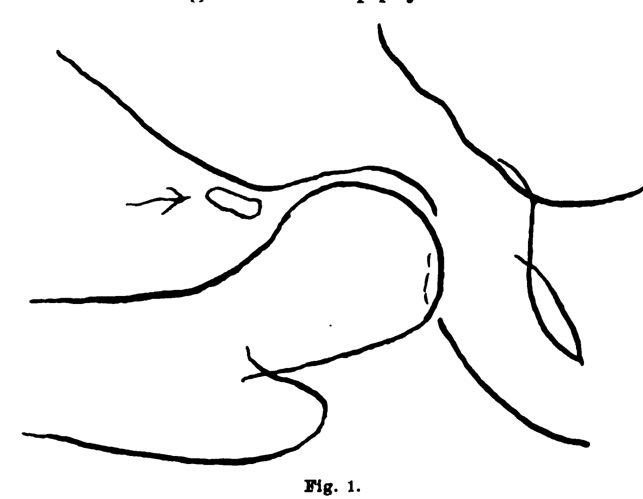


Fig. 1.

Seite 123 erwähnt derselbe einen isolierten Ossifikationskern an derselben Stelle: „Dieser ist auf der kranken wie auf der gesunden Seite sichtbar und scheint bei Coxa vara häufiger vorzukommen; derselbe kann einer den oberen Pfannenrand bildenden längeren, im Querschnitt sich projizierenden Epiphysenleiste entsprechen." Er sagt ferner: „An einer erwachsenen Hüfte ist ein solches Gebilde an dieser Stelle als Absprengung am oberen Pfannenrand zu deuten und wird nicht selten nach Hüftgelenktraumen angetroffen." (Siehe Figur 1.)

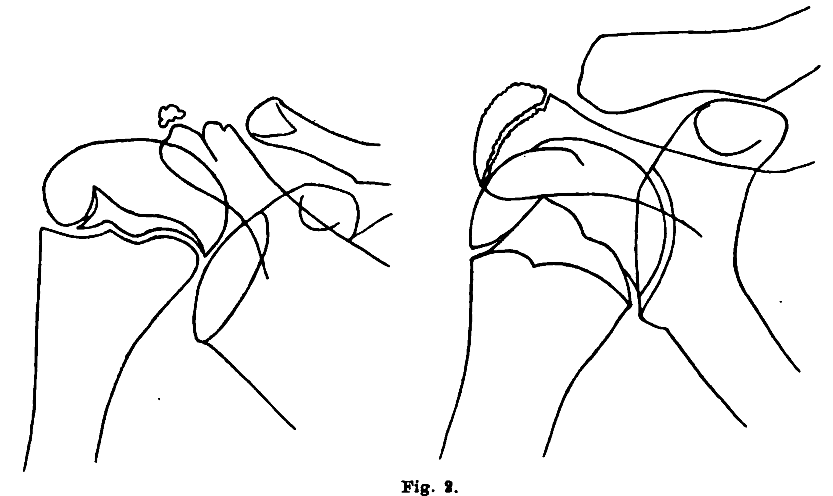


Fig. 2.

Ferner bringt A. Köhler (2) in seinem „Lexikon der Grenzen des Normalen und der Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde", Seite 32, zwei Skizzen mit Akromionepiphysen. Seite 39 sagt er: „Gegen das 16. Lebensjahr hin treten an der äußersten Zone des Akromion 3 bis 5 Knochenpunkte mit unregelmäßig zackiger Begrenzung auf, die leicht mit Absprengungen verwechselt werden können. Sie konfluieren bald miteinander und verschmelzen gegen das 20. Jahr hin knöchern mit der Akromiondiaphyse." (Fig. 2.)

Schließlich erwähnt auf dem 8. Kongreß der deutschen Röntgengesellschaft in der Dis-

kussion über „Knochenwachstum" Preiser (3) in Kürze die Akromionepiphyse, die röntgenologisch bisher nicht beschrieben sei.

Das ist das bisher in der röntgenologischen Literatur Erwähnte über Epiphysennebenkerne des Becken- und Schultergürtels.

Im „Orthopädischen Institut der Herren Dr. Stein, Dr. Preiser und Dr. Lackmann" hatte ich Gelegenheit, Studien über einige Epiphysennebenkerne des Becken- und Schultergürtels zu machen, und ich bin den oben erwähnten Herren für Überlassung des überaus großen Röntgenmaterials außerordentlich dankbar.

Die Epiphysennebenkerne können Gelenken und Muskelansätzen dienen. Hertwig (4) in seiner Entwickelungsgeschichte sagt von ihnen: „Sie entstehen immer erst in späteren Jahren; sie treten an solchen Stellen auf, an denen die knorpelige Anlage Höcker und Vorsprünge besitzt. Sie dienen zur Umwandlung derselben in Knochenmasse und verschmelzen gewöhnlich am spätesten mit den Hauptknochen."

Was die am Hüftbein in Betracht kommenden Epiphysennebenkerne betrifft, so sei zunächst auf die entwickelungsgeschichtliche Entstehung des Hüftbeins hingewiesen. Die ersten Anlagen sind nach Mehnert (5), Leche (6), Wiedersheim (7), die drei Knorpelanlagen des Ileum-, Pubis- und Ischiumknorpels. Diese drei Knorpel verschmelzen und bilden später das Hüftbein. Zuerst verschmelzen Ileum- und Ischiumknorpel. Schwarzenbach (8) will als Ausgangspunkt der ganzen Beckenentwickelung unzweifelhaft die Gegend der Pfanne betrachtet wissen. Die Teile der Pfanne bilden sich am spätesten aus, und zwar wesentlich vom Ileumknorpel her. Die Incisura acetabuli bleibt dabei als Lücke übrig, d. h. als nicht ossifizierte Zone, entweder zwischen Ischium und Pubis oder zwischen Ischium und Ileum, allen Röntgenologen ein wohlbekanntes Bild.

Über den Verknöcherungsmodus und über die zahlreichen Ossifikationspunkte der Hüftbeinknorpel geben die Beobachtungen von Schwegel (9), Rambaud und Renault (10) und Kölliker (11) Aufschluß. Wir haben nicht weniger als 12 Ossifikationspunkte am Becken nach Waldeyer (12).

Hierher gehören in erster Linie die drei primären Hauptkerne, einer im Ileumknorpel (Auftreten im 3.—4. Monat), der zweite im Ischiumknorpel (Auftreten im 4.—5. Monat), der dritte im Pubisknorpel (Auftreten im 5.—7. Monat). Beim Neugeborenen sind diese drei Hauptkerne in der Pfanne durch einen y-förmigen Knorpel getrennt und dieser Knorpel erhält sich in charakteristischer Form bis zur Pubertätszeit, ja, erst im 17. bis 18. Jahre findet die vollständige Verschmelzung der Pfanne statt. Der eine Strahl des Y zieht nach vorn oben, seine spätere Marke ist die Eminentia ileopectinea, der andere nach vorn unten, der vorderen Grenze der Incisura acetabuli entsprechend, und läuft ins Foramen obturatum aus. Er setzt sich unten in die Verknöcherungsgrenze zwischen Ramus inferior ossis pubis und ossis ischii fort. Der dritte und längste Strahl zieht nach hinten und trennt in der Mitte der Strecke zwischen Spina ischiadica major das Os ilei vom Os ischii. Sonach stoßen alle drei Hauptknochen des Beckens in der Pfanne zusammen und nehmen Anteil an ihrer Bildung.

Zu den drei primären Hauptkernen kommen drei sekundäre Ossifikationspunkte (Waldeyer), im Bereiche des dreiteiligen Trennungsknorpels (Epiphyses acetabuli „Schwegel"). Der erste liegt zwischen Os ilei und Os pubis; er erscheint gegen das 12. Lebensjahr und verschmilzt mit seinen beiden Nachbarknochen im 18. Jahre: Er stellt das Os acetabuli dar. Die beiden anderen kleineren Kerne entstehen um dieselbe Zeit wie der obengenannte, auch wohl früher oder später, und verschmelzen mit den Nachbarknochen im 15. bis 16. Jahre.

Wenn diese Tatsachen hier ausführlich angeführt sind, so wird später der Grund dafür angegeben werden.

Endlich treten noch sechs Nebenkerne in Form von Epiphysen an anderen Stellen des Hüftbeins auf nach Waldeyer:



1. an der Crista iliaca, an deren ganzen Länge, Epiphysis marginalis: Auftreten im 15.—16. Jahre, Verschmelzung im 24.—25. Jahre;
2. an der Spina iliaca anterior inferior: Auftreten im 15.—16. Jahre, Verschmelzung im 16.—17. Jahre;
3. am Tuberculum pubicum: Auftreten im 18.—20. Jahre, Verschmelzung im 20. Jahre;
4. am Angulus pubis: Auftreten im 18.—20. Jahre, Verschmelzung im 20.—21. Jahre;
5. an der Spina ischiatica: Auftreten im 15.—16. Jahre, Verschmelzung im 17.—18. Jahre;
6. am Tuber ischiadicum: Auftreten im 15.—16. Jahre, Verschmelzung im 17.—22. Jahre beim Weibe, im 21.—24. Jahre beim Manne;
7. am oberen äußeren Pfannenrande: Bisher nicht beschrieben, auch anatomisch nicht.

Meine Studien erstrecken sich auf diejenigen Epiphysennebenkerne, die soeben unter 1. und 7, erwähnt sind, zumal da sie auch am häufigsten vorkommen und auch klinisch die größte Beachtung verdienen.

Was die Entwickelungsgeschichte des Schultergürtels anbelangt, so sei hier kurz erwähnt, daß derselbe ursprünglich aus zwei Abschnitten, einen dorsalwärts- und einen ventralwärtssehenden bestand. Beide gehen aus einheitlicher knorpeliger Anlage hervor (primärer Schultergürtel), und da wo sie scheinbar zusammenstoßen, lenkt die Gliedmaße ein: das dorsale Stück wird zur Skapula, dem Hauptteil des Schultergürtels; das ventrale Stück fügt sich ursprünglich dem Sternum an. Der Rest der Sternalverbindung wird unter Rückbildung des ventralen Abschnittes bei dem Menschen zu einem mit der Skapula synostosierenden Fortsatz, dem Coracoid nach Gegenbauer (13).

Die Ossifikation der Skapula beginnt perichondral in der Nähe des Collum. Die ursprüngliche selbständige Bedeutung zeigt ein besonderer Knochenkern des Coracoidknorpels; er entsteht jedoch erst im ersten Lebensjahre. Die Verschmelzung des Coracoid mit der Skapula tritt erst nach dem 16.—18. Jahre ein.

Accessorische Kerne erscheinen im späteren Kindesalter nach Gegenbaur:

1. an der Gelenkfläche,
2. längs der Basis,
3. zwischen Coracoid und Gelenkstück am oberen Ende der Pfanne,
4. im unteren Winkel,
5. zuweilen auch im Akromion,
6. ein accessorischer Kern am Coracoid.

Röntgenologisch interessieren am meisten die unter 5 erwähnten akzessorischen Kerne des Akromion.

Es folgen zunächst kurz die Krankengeschichten der Patienten mit den oben erwähnten Epiphysennebenkernen: nämlich

Gruppe a) mit der Epiphysis marginalis, 5 Fälle,
„ b) mit der Epiphyse am oberen äußeren Pfannendach des Beckens, 5 Fälle,
Gruppe c) mit dem Epiphysennebenkern am Akromion, 4 Fälle.

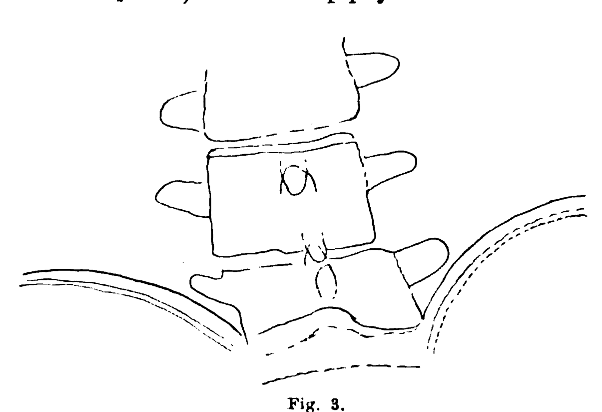


Fig. 3.

Fall 1. Hugo Fr., 19 Jahre, Hausdiener, kommt mit der Diagnose: Contusio vertebrarum III—V lumbal.

Anamnese: Patient ist vor 14 Tagen beim Turnen vom Reck herunter auf den Kopf gefallen. Er hat 8 Tage wegen heftiger Rückenschmerzen zu Bett gelegen. Jetzige Klagen zind Schmerzen in der Lendenwirbelsäule und im Kreuzbein beim Gehen und Bücken. Die Wirbelsäule ist frei beweglich. Auf Druck und Beklopfen sind die Processus spinosi und das Kreuzbein nicht druckempfindlich.

Das Röntgenbild (s. dieses) zeigt beiderseits die Epiphysis marginalis. Sonst zeigt das Bild keine krankhaften Veränderungen. (Figur 3.)

Fall 2. Fritz Ja., 11 Jahre, aufgenommen 9. 3. 1912, kommt mit der Diagnose: Pes varus traumaticus dextr. Röntgenbild des rechten Fußes: Epiphysitis tibiae dextr. Zufälliger Röntgenbefund: an der Crista iliaca dext. eine Epiphysis marginalis; von der linken Seite ist keine Aufnahme vorhanden.

Anamnestisch wichtig ist: er war vor 2 Jahren 4 m hoch aus dem Fenster gestürzt. Von dem Röntgenbild ist nebenstehende Pause angefertigt (siehe diese). (Figur 4.)

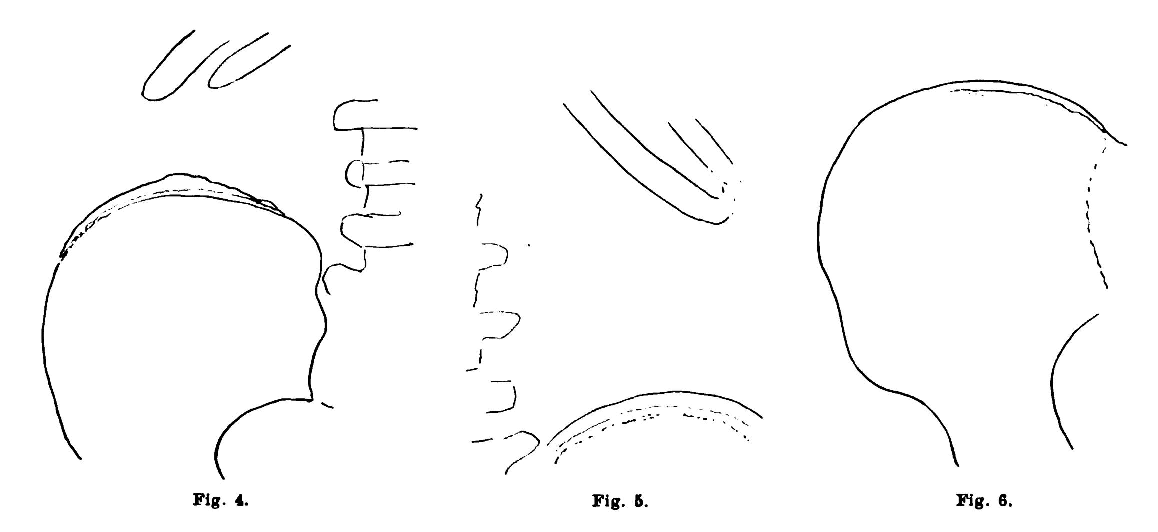


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Fall 3. Ernst Ro., 18 Jahre, Schlosser, aufgenommen 1. 9. 1910, Journalnummer 1057, kommt mit der Diagnose: Corpus alienum (?).

Anamnese: Am 24. 8. schlug ein Schmied auf dem Ambos vorbei, dabei flog ein Stück vom Hammer ab und traf den Patienten aus 5 m Entfernung in den Rücken.

Das Röntgenbild: Nihil, zufälliger Befund: Epiphysis marginalis bilateralis. (Figur 5.)

Fall 4. Erna Mi., 17 Jahre, Verkäuferin, Journalnummer 210, aufgenommen 31. 3. 1911, kommt mit der Diagnose: Dolores coxae sinistrae static.

Röntgenbild: zufälliger Befund, Epiphysis marginalis sin. Von der rechten Seite ist kein Bild angefertigt. (Figur 6.)

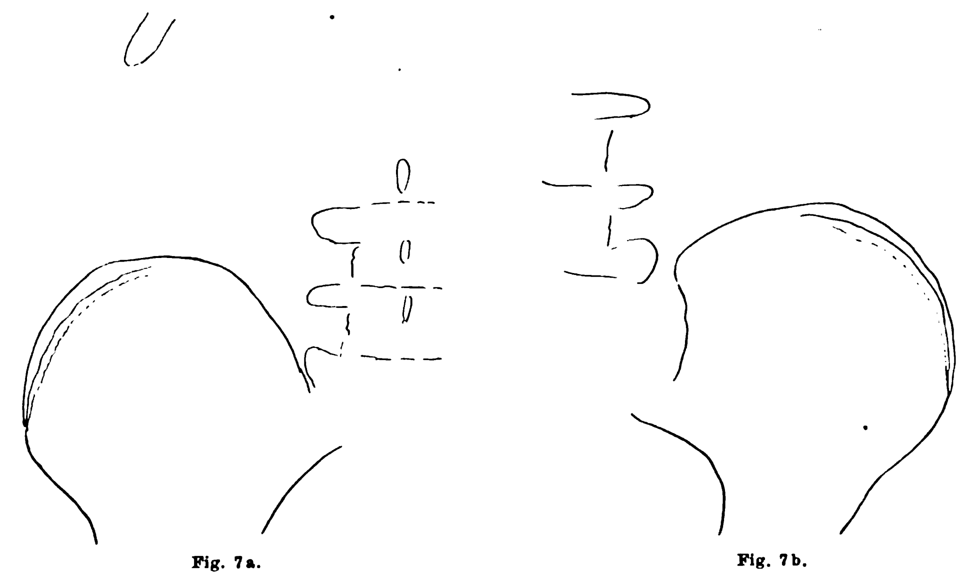


Fig. 7a. Fig. 7b.

Fall 5. Hertha Stü., 16 Jahre, Kontoristin, Journalnummer 1311, aufgenommen 30. 7. 1913.

Anamnese: Patientin will seit ca. zwei Jahren Kreuzschmerzen haben. Sie klagt ferner über Ziehen in den Unterschenkeln. Befund: hochgradige Pedes plani, locker. Die Gelenke sind sämtlich

frei beweglich; die mediale Hälfte der rechten Crista iliaca ist ziemlich druckempfindlich, sonst ohne Besonderheiten.

Röntgenbefund: Epiphysis marginalis bilateralis. (Figur 7 a und b.)

Fall 6. Charlotte Eu., Putzarbeiterin, 17 Jahre, Journalnummer 30, aufgenommen 10. 1. 1910, kommt mit der Diagnose: Skoliosis, Ischias (?), Pedes plani.

Anamnese: Im Sommer 1909 hatte sie „Rheumatismus im Rücken", war vier Wochen im Krankenhaus deshalb; nach Bädern und nach Aspirin sollen die Schmerzen etwas nachgelassen haben; dann bis jetzt andauernd Schmerzen auch im Liegen. Der ganze rechte Hüftkamm ist druckempfindlich. Von der Hüfte strahlen die Schmerzen rechts außen bis zum Knie aus. Die Bewegungen in der Hüfte sind frei.

Röntgenbild: Nihil, bis auf die Epiphysis marginalis. Die linke Seite ist nicht aufgenommen worden. (Figur 8.)

Fig. 8.

Fall 7. Elise Sch., 14 Jahre, Schülerin, aufgenommen 26. 4. 1912.

Diagnose: Statische Beschwerden in der linken Hüfte.

Anamnese: Seit sechs Wochen Schmerzen in der linken Hüfte, zuweilen im linken Knie und Fußgelenk.

Befund: Patientin geht stark innenrotiert, hochgradige Pedes planovalgi, Bewegungen in der linken Hüfte frei, kein Trendelenburg, kein Stauch- und Klopfschmerz, kein Trochanterhochstand.

Röntgenbild: Nihil. Am oberen äußeren Pfannendach sieht man an beiden Aufnahmen einen Knochenschatten, der flach der Spitze anliegt: Die Epiphyse des oberen äußeren Pfannendaches. Siehe die Röntgenbilder. (Figur 9 a und 9 b.)

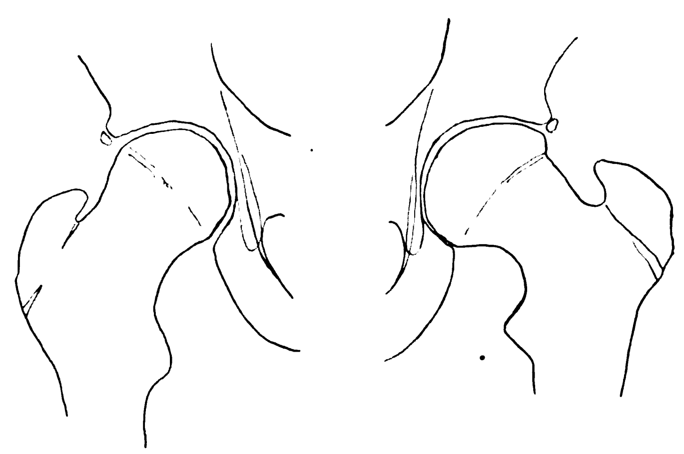


Fig. 9a und b.

Fall 8. Emmi Se., 11 Jahre, aufgenommen 12. 11. 1908.

Diagnose: Coxitis sin.

Anamnese: Seit September 1908 lahmt das Kind links, hat Schmerzen beim Gehen in der linken Hüfte.

Befund: Pedes plani. Linke Hüfte: Rotation frei, Abduktion behindert, Becken geht dabei von 30° an mit. Flexion behindert von ca. 100° ab. Rechte Seite frei, Nervensystem ohne Besonderheiten.

Röntgenbild: Linke Hüfte zeigt eine deutlich tuberkulöse Erkrankung mit dem Nebenbefund einer linksseitigen Epiphysenbildung am äußeren lateralen Pfannendach. (Figur 10.)

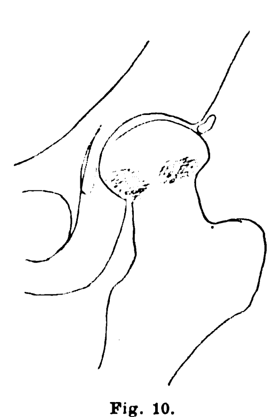


Fig. 10.

Fall 9. Grete Rü., 14 Jahre, Schülerin, aufgenommen 9. 5. 1912.

Diagnose: Lues congenita, Genua valga.

Anamnese: Mit zwei Jahren Rhachitis, im achten Jahre bemerkt die Mutter X-Beine, rechtes mehr als linkes.

Befund: Gang unbeholfen, hochgradige Genua valga, rechts die Patella etwas nach außen luxiert. Femur- und Tybiacondylen, sowie beide Malleolargegenden sind stark verbreitert. Rhachitischer Rosenkranz und leichte Sattelnase. Sonst gut entwickelt. Die Mutter hatte vor der Geburt dieses Kindes viermal abortiert und war wegen Laryngitis luica spezifisch behandelt.

Die Röntgenbilder bestätigen Lues congenitalis als Ursache der Genua valga. Zufälliger Befund: Beiderseits eine Epiphyse am oberen äußeren Pfannendach. (Figur 11 a und b.)

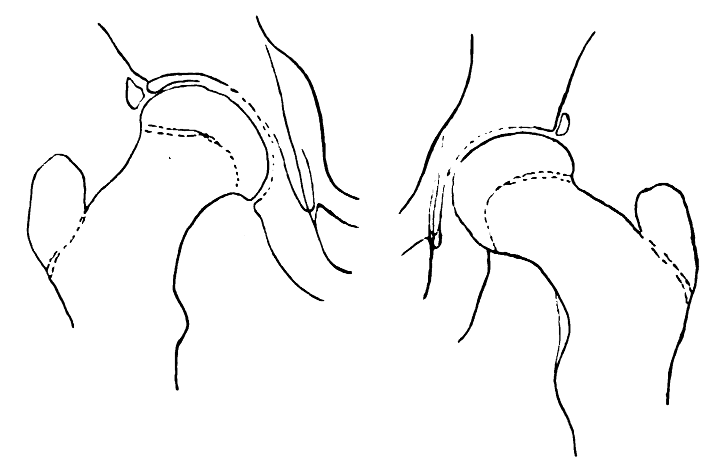


Fig. 11 a und b.

Fall 10. Erich Sch., 14 Jahre, aufgenommen 3. 4. 1911, Journalnummer 201.

Diagnose: Coxa vara sin.

Anamnese: Im Sommer 1910 nach einem Fall auf die linke Seite, Schmerzen in der linken Hüfte; seitdem ist der Zustand derselbe geblieben.

Befund: Patient hinkt, Schmerzen beim Gehen und Stehen, nachts frei. Kein Stauchschmerz. Innenrotation ist nicht ganz bis zur Sagittalen möglich. Walzenförmige Kniebeugung bis zum rechten Winkel; das Knie geht dabei in Außenrotation über. Abduktion 30°. Trochanterhochstand rechts 4, links 2 cm. über der Roser-Nélatonschen Linie. Infantiler Habitus; die Entwickelung des Schultergürtels ist schwach; in der Beckengegend, besonders an der Crista iliaca und am Mons pubis starke Adipositas; kein Trendelenburg, Genua valga, Pedes plani.

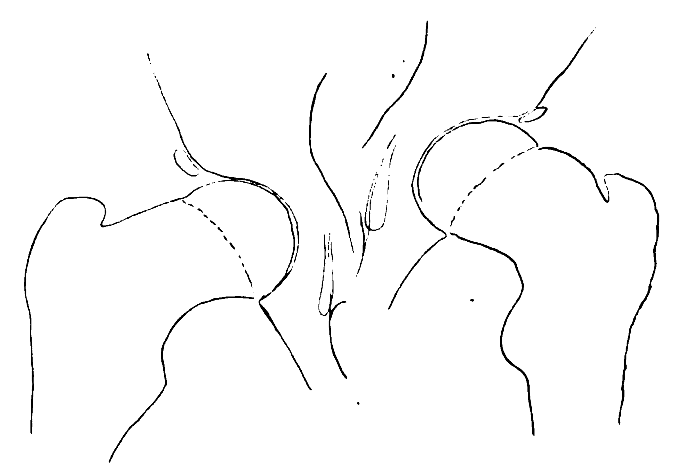


Fig. 12 a und b.

Röntgenbild: Links Kopfkappenverschiebung, Nebenbefund beiderseits die Epiphyse des äußeren oberen Pfannendaches. (Figur 12 a und b.)

Fall 11. Margarete Me., 17 Jahre, Kontoristin, aufgenommen 10. 7. 1913.

Diagnose: Pedes plani, Arthritis deformans incipiens sin.

Anamnese: Seit März 1913 hat Patientin Schmerzen in beiden Füßen; sie hat deshalb federnde, nicht passende Plattfußeinlagen getragen. Die Schmerzen halten trotz der Einlagen an.

Befund: Beiderseits hochgradige Pedes plani, seit dem 12. 7. 1913 klagt sie über Schmerzen in der linken Hüfte. Sie gibt jetzt an, im Januar 1913 zuweilen ziehende Schmerzen in der linken Hüfte gehabt zu haben, sie hat denselben aber keine Bedeutung beigelegt.

Befund am 13. 8. 1913: Ein Druck auf den linken Trochanter major ist schmerzhaft. Abduktion links wenig behindert; nach vier Tagen ist das Hüftgelenk wieder frei beweglich. Kein Stauchschmerz, ein Druck auf den Trochanter ist nicht mehr schmerzhaft.

Röntgenbild: Nihil. Nebenbefund: Beiderseits eine Epiphyse des oberen äußeren Pfannendaches. (Figur 13 a und b.)

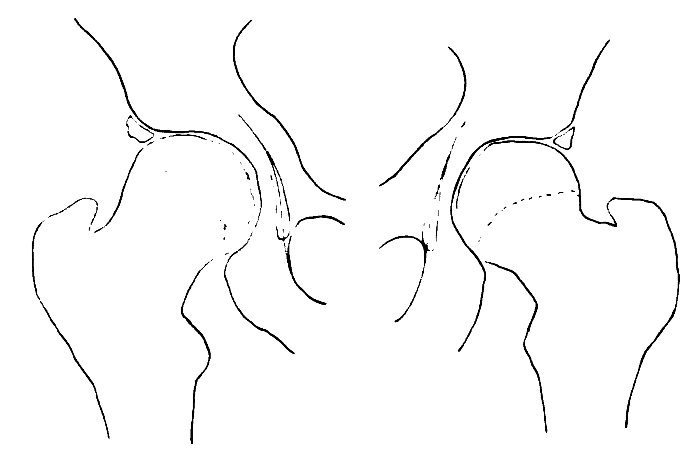


Fig. 13 a und b.

Fall 12. Hans Kö., Kaufmannslehrling, 16 Jahre, aufgenommen 15. 5. 1913.
Diagnose: Fractura humeri sin. Patient ist am 15. 5. 13. auf den linken Oberarm gefallen.

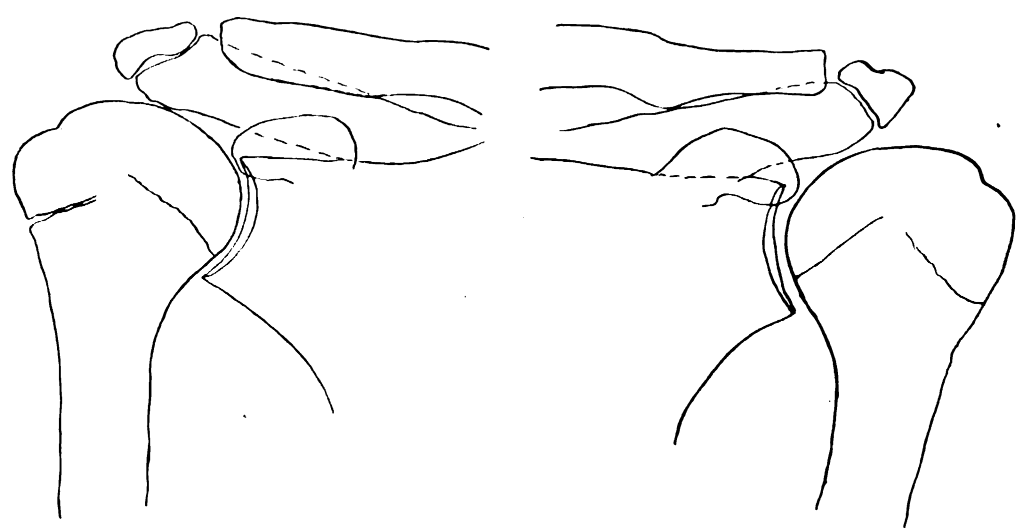


Fig. 14 a und b.

Röntgenbild: Fractura humeri sin. Am äußeren Akromionende ein accessorischer Epiphysenkern mit unregelmäßig zackiger Begrenzung. Die Kontrollaufnahme rechts zeigt ebenfalls einen accessorischen Epiphysenkern des Akromion, s. Röntg. (Figur 14 a und b.)

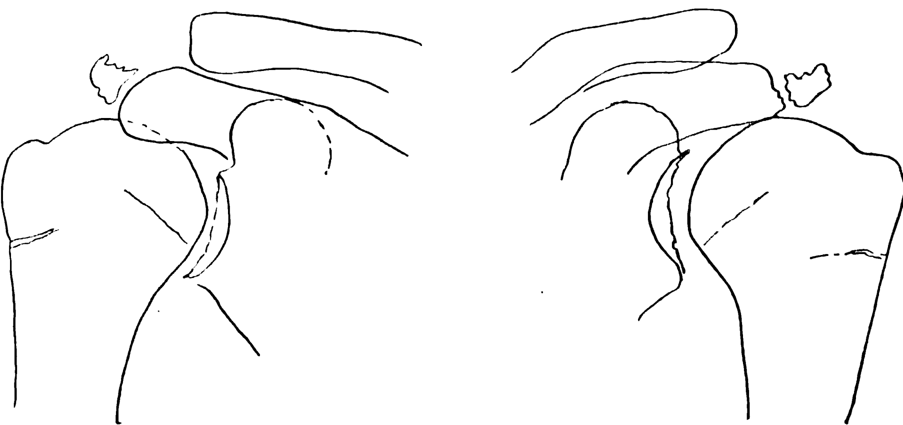


Fig. 15 a und b.

Fall 13. Willy O., 17 Jahre, aufgenommen 20. 3. 1911.

Diagnose: Contusio humeri sin. Bursitis subakromialis.

Anamnese: Am 18. 3. 1911 ist Patient von der Treppe herab auf die linke Schulter gefallen. Patient hat dann noch sieben Stunden gearbeitet. Die Schmerzen wurden stärker, so daß er den Oberarm kaum noch heben konnte. Bei der Aufnahme sind die Bewegungen aktiv und passiv völlig frei.

Röntgenbild: Nihil. Nebenbefund: Doppelseitiger accessorischer Epiphysenkern des Akromion. (Figur 15 a und b.)

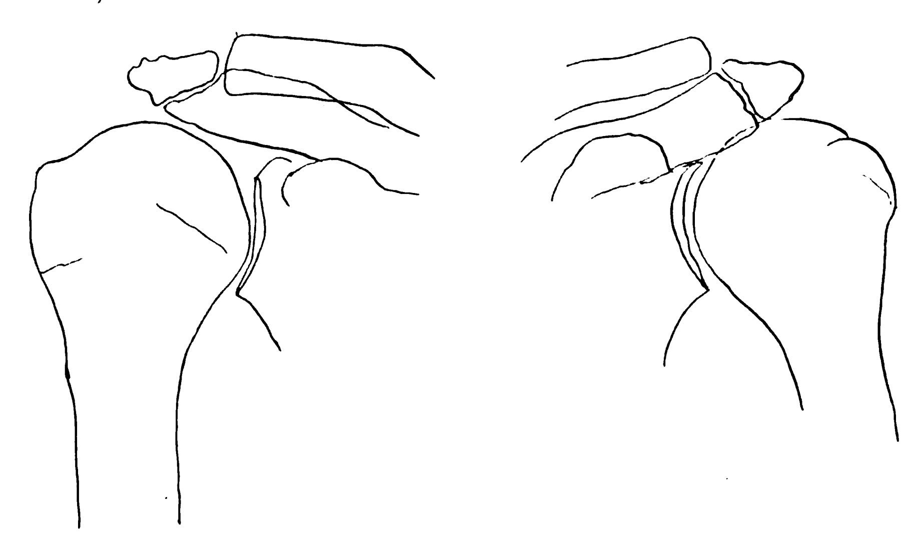


Fig. 16a und b.

Fall 14. Karl Wi., Tischler, 17 Jahre, aufgenommen 27. 9. 1912.

Diagnose: Arthritis humeri dextr. deformans.

Anamnese: Patient ist am 24. 9. 1912 auf die rechte Schulter gefallen.

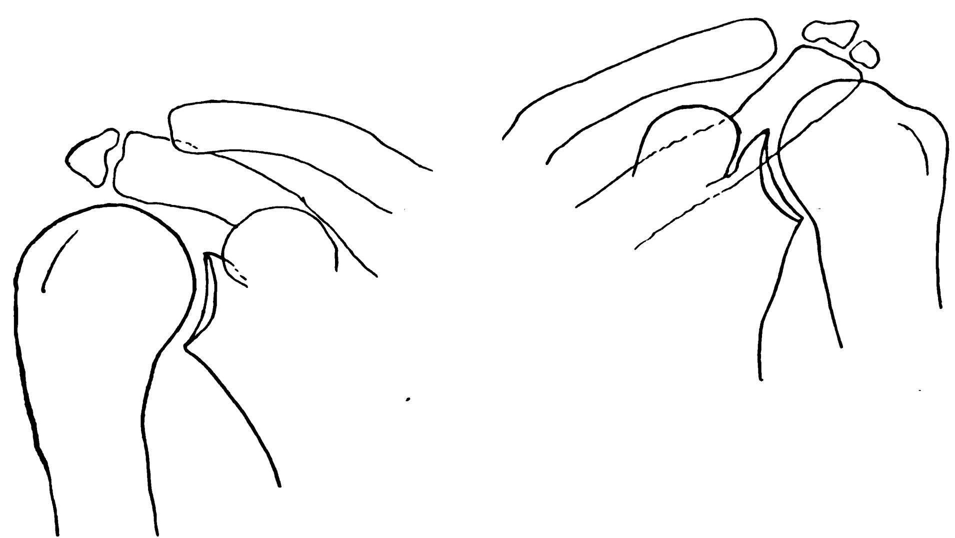


Fig. 17a und b.

Befund: Die Bewegungen im Schultergelenk sind frei, bei denselben geringe Krepitation. Patient hat rechts eine alte Klavikularfraktur. '

Röntgenbild: Nihil. Nebenbefund: Beiderseits ein accessorischer Epiphysenkern des Akromion. (Figur 16 a und b.)

Fall 15. Wilhelm W., Hausdiener, 17 Jahre, aufgenommen 20. 8. 1913, Journalnummer 1409.

Diagnose: Dolores scapulae dextr.

Anamnese: Seit vier Wochen Schmerzen am rechten Schulterblatt, am Angulus scapulae.

Befund: Eine Schwellung ist nicht vorhanden. Bei Bewegungen im Schultergelenk keine Schmerzen. Druckempfindlich ist das rechte distale Akromionende.

Röntgenbild: Nihil. Nebenbefund: Beiderseits ein accessorischer Epiphysenkern des Akromion mit der Varietät, daß rechts zwei Kerne vorhanden sind. (Figur 17 a und b.)

Einen Überblick über Alter, Geschlecht und Krankheit der Patienten gibt folgende Tabelle:

Name	Geschlecht. Alter	Diagnose	Epiphysenbefund
1. Hugo F.	18 Jahr	Contusio vertebrarum lumbal.	Epiphys. margin. bilater.
2. Fritz J.	11 „	Pes varus traumat. dextr.	Epiphys. margin. dextr.
3 Ernst R.	18 „	Contusio vertebrar. lumbal.	Epiphys. margin. bilater.
4. Erna M.	17 „	Dolores coxae sin. stat.	Epiphys. margin. sin.
5. Hertha St.	16 „	Pedes plani. Dolor. christ. iliac.	Epiphys. margin. bilater.
6. Charlotte E.	17 „	Skoliosis, Ped. plan.	Epiphys margin. d.
7. Elise Sch.	14 „	Dolor. stat. cox. sin.	Epiph. des ob. Pfannendachs beid.
8. Emmi S.	11 „	Coxitis sin.	Epiph. des ob. Pfannendachs links
9. Grete R.	14 „	Lues congenita. Genua valga	Epiph. des ob. Pfannendachs beid.
10. Erich S.	14 „	Coxa vara sin.	Epiph. des ob. Pfannendachs beid.
11. Margarete M.	17 „	Arthritis deform. incip.	Epiph. des ob. Pfannendachs beid.
12. Hans K.	16 „	Fractur. humeri sin.	Akzess. Akromion-Epiph. beiders.
13. Willy O.	17 „	Contusio humeri sin.	Akzess. Akromion-Epiph. beiders.
14. Karl W.	17 „	Arthritis deform. hum. dextr.	Akzess. Akromion-Epiph. beiders.
15. Wilhelm W.	17 „	Dolores scapul. dextr.	Akzess. Akromion-Epiph. beiders.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Epiphysis marginalis dreimal doppelseitig, zweimal rechtsseitig und einmal linksseitig gefunden ist; leider ist von den Patienten mit einseitigem positiven Befund kein Röntgenbild angefertigt. Was das Alter anbelangt, so schwankt es zwischen 11 und 19 Jahren, während Waldeyer angibt: Auftreten zwischen dem 15. und 16 Jahre. Das Geschlecht ist je dreimal vertreten. Ferner ist aus der Tabelle zu ersehen, daß das Auftreten nicht an eine bestimmte Krankheit gebunden ist.

Die accessorische Epiphyse am äußeren oberen Pfannendach ist nur doppelseitig gefunden, mit einer Ausnahme links, wo rechts keine Aufnahme gemacht ist. Das Alter der Patienten schwankt zwischen 11 und 17 Jahren. Die Epiphyse ist viermal beim weiblichen Geschlecht gefunden, nur einmal beim männlichen. Über das zeitliche Auftreten dieser akzessorischen Epiphyse sind in der Literatur bisher keine Angaben bekannt. Bei den verschiedensten Krankheiten des Knochensystems, im besonderen des Beckens, findet sich diese Epiphyse und ihr Auftreten scheint nicht, wie die Tabelle zeigt, an Coxa vara, wie Köhler anzunehmen scheint, gebunden zu sein. Ferner gibt zu denken, daß das einzige männliche Individuum (Fall 10) einen ausgesprochenen femininen Typus hat: Starke Adipositas der Beckengegend, schwache Entwickelung des Schultergürtels, weibliche Gesichtszüge.

Schließlich zeigt die Tabelle, daß die accessorische Akromionepiphyse nur bei männlichen Individuen auftritt, und zwar im Alter von 16—17 Jahren, nur doppelseitig und bei den verschiedensten Erkrankungen ist sie nachgewiesen.

Auf dem Röntgenbilde von Fall 12 ist gleichzeitig ein accessorischer Epiphysenkern des Processus coracoideus sichtbar auf der linken Seite. Er sitzt wie eine Kappe dem Processus auf. Es ist mir nur ein einziges Mal gelungen, ihn röntgenologisch bei starker Schrägstellung nachzuweisen, und zwar geht bei der Aufnahme der Zentralstrahl spitzwinkelig zur Platte von ventral-distal nach dorsal-proximalwärts verlaufend.

Bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen ist die Einstellung bei der Aufnahme immer in gleicher Weise vorgenommen; z. B. die Epiphysis marg. ist zur Darstellung gebracht, daß die Aufnahme in Rückenlage von vorn nach hinten gemacht ist. Der Epiphysennebenkern des oberen äußeren Pfannendachs ist am deutlichsten sichtbar, wenn das Hüftgelenk in Mittelstellung, d. h. Fußspitze und Patella müssen senkrecht nach oben zeigen, aufgenommen wird. Ferner ist der akromiale Epiphysennebenkern so am besten dargestellt, wenn die Aufnahme in Schrägstellung mit außenrotiertem Arm, dem Körper anliegend, gemacht wird, indem die Skapula der Platte flach anliegt.

Von denjenigen Patienten, die länger als drei Monate seit der Aufnahme bei uns in Behandlung waren, sind röntgenologische Nachuntersuchungen vorgenommen worden. Leider ist eine ganze Reihe nicht aufzufinden gewesen; doch gibt die Untersuchung der Erschienenen doch einigen Aufschluß über das Verschwinden der oben erwähnten Epiphysennebenkerne. Folgende Tabelle (Tabelle II) veranschaulicht dieses.

	Alter	Aufnahme	2. Aufnahme	Eventuelle Epiphysen-Veränderungen
Fall 1	18 Jahre	1. IX. 1913	—	—
„ 2	11 „	9. III. 1912	9. VIII. 1913	Verknöcherung beiderseits
„ 3	18 „	1. XI. 1910	—	—
„ 4	17 „	31. III. 1911	12. VIII. 1913	Verknöcherung beiderseits
„ 5	16 „	30. VII. 1913	—	—
„ 6	17 „	10. I. 1910	—	—
„ 7	14 „	26. IV. 1912	9. VIII. 1913	Verknöcherung beiderseits
„ 8	11 „	12. XI. 1908	—	—
„ 9	14 „	9. V. 1912	6. VI. 1913	Verknöcherung beiderseits
„ 10	14 „	3. IV. 1911	9. VIII. 1913	Verknöcherung links, rechts nicht
„ 11	17 „	10. VII. 1913	—	—
„ 12	16 „	15. V. 1913	23. VIII. 1913	Keine Veränderung
„ 13	17 „	20. III. 1911	—	—
„ 14	17 „	27. IX. 1912	—	—
„ 15	17 „	20. VIII. 1913	—	—

In der ersten Gruppe (Fall 1—6) zeigen Fall 2 und 4 Verknöcherung der Epiphysis marginalis mit dem Darmbein. Nach Waldeyer tritt die Verschmelzung im 24. bis 25. Jahre ein. Diese beiden Fälle zeigen, daß eine Verknöcherung schon im 12. (Fall 2) resp. im 19. Jahre (Fall 4) eingetreten ist und daß, wenn auch die angeführten Beispiele nur zwei sind, die Angaben Waldeyers einer Erweiterung bedürfen. Über die Zeit des Bestehens sind aus diesen Fällen keine Schlüsse zu ziehen.

Die Gruppe 2 (Fall 7—11) zeigt, daß bei Fall 7 und 9 bereits eine Verknöcherung der Epiphysen eingetreten ist, zweimal im Alter von 15 Jahren Im Fall 10 ist links Verknöcherung eingetreten, rechts noch nicht. Inwiefern die Verknöcherung links mit der Coxa vara in Zusammenhang steht, kann hier nicht näher berücksichtigt werden, es sei nur kurz erwähnt, daß ein näherer Zusammenhang zwischen Coxa vara und Pfannenentwickelung besteht.

Bei der Gruppe 3, Fall 12—15 sind die ersten Untersuchungen und Aufnahmen erst kürzeren Datums, so daß bis jetzt noch keine Verschmelzung zu erwarten ist. So zeigt Fall 12 nach drei Monaten keine Veränderung.

Für Röntgenologen, Chirurgen und Orthopäden ist die Kenntnis der erwähnten Epiphysennebenkerne wichtig, da sie in Gutachten von Unfallverletzten zu Irrtümern Anlaß geben können.

Der Epiphysennebenkern, der unbedingt gekannt werden muß, ist der am Akromion. Man kann sehr leicht im Zweifel sein, ob es sich um eine durch Trauma hervorgerufene Fraktur oder um eine präformierte Epiphyse handelt. Deshalb sind unbedingt auch Kontrollaufnahmen der andern Seite nötig; aber auch da können die Irrtümer nicht ganz beseitigt werden, da bei der Normalentwickelung das zeitliche Auftreten und der Verknöcherungsgrad bei denselben Individuen Schwankungen unterliegen. Auch die betr. Aufnahmetechnik kann bei den Schultern desselben Individuums verschiedene Größe und Verknöcherungsgrade vortäuschen. Dieser Knochenkern füllt eine Lücke aus zwischen dem akromialen Ende der Klavikula und dem knöchernen Hauptteile des Akromions. Was Größe, Form und Zahl der akromialen Epiphysenkerne anbelangt, so sagt Köhler, daß sie „an der äußersten Zone des Akromion mit 3—5 Knochenpunkten mit unregelmäßig zackiger Begrenzung auftreten und daß sie mit dem 20. Jahre verschmelzen". Die Abbildungen zeigen, daß stets nur ein Epiphysenkern aufgetreten ist mit einer Ausnahme von Fall 15, wo links zwei Epiphysenkerne sichtbar sind. Bemerkenswert ist die Variabilität der Größe und Form: Sie sind klein und gezackt, distal wie proximal, andere wieder distal abgerundet, proximal mehrfach gezackt.

Ferner ist bei den Fällen mit akromialer Epiphyse diese Varietät (Köhler) nur bei männlichen Individuen angetroffen, obwohl bei der Durchsicht von zirka 500 Röntgenbildern von Jugendlichen sicher 200 von weiblichen Individuen dabei waren. Auch ist ebenso hervorzuheben, daß das Auftreten dieser Epiphyse sich zurzeit der stärksten körperlichen Entwickelung nachweisen läßt, in dem Alter, in welchem nach Gegenbaur die Muskulatur der Oberextremität entwickelt wird. Diese „Entwickelung der von der Scapula entspringenden Muskulatur geht nach Gegenbaur Hand in Hand mit der Entwickelung der Skapula". Weniger, fast gering ausgebildet ist die Muskulatur, die von der Skapula entspringt bei den weiblichen Individuen (Fall 7—11) und es ist bemerkenswert und sicher mehr als Zufall, daß nicht ein einziges weibliches Individuum mit akromialem Epiphysenkern dabei ist. Auch Todd kommt in seiner Arbeit über Senkung des Schultergürtels zu dem Ergebnis, daß bei den männlichen Individuen die geringere oder größere Senkung des Schultergürtels und parallel damit die knöcherne Entwickelung desselben abhängig ist von der Ausbildung der dazu gehörigen Muskeln.

Wie bei den männlichen Individuen der Schultergürtel während der Pubertätszeit im Mittelpunkt der knöchernen Entwickelung steht, so ist es bei den weiblichen in der Pubertätszeit der Beckengürtel, fast kann man sagen auf Kosten des Schultergürtels. Wie bei dem Schultergürtel die Skapula speziell das Pfannendach resp. Akromion, so ist das Zentrum der Knochenentwickelung des Beckens die Pfanne nach Schwarzenbach. Jede pathologische Entwickelung des Beckens macht sich vor allen Dingen an der Pfanne bemerkbar: z. B. die Pfanne der rhachitischen Becken, die pathologische Pfannenbildung bei der Coxa vara, der Luxatio coxae congenita und andere Deformitäten, die ebenso nicht von statisch-mechanischen Ursachen herrühren. Nach Falk ist die Bildung des Beckens bedingt allein durch die dem Skelette innewohnende spezifische Wachstumsenergie. Breus und Kolisko (16) sprechen von den Beckenteilen selbst innewohnenden Entwickelungskräften. Meyer und Litzmann (17) lassen für die Entstehung und Bedeutung des weiblichen Beckens, vor allem für die Gestalt die Rumpflast-Theorie wohl im besonderen für die Bedeutung des Belastungsmechanismus in der Stammesentwickelung gelten, aber nicht in dem konkreten Fall der Entwickelung der 25 Jahre des individuellen Wachstums. Näher dem Wesen der Beckenentwickelung kommt Weisenberg (18). Nach ihm kommt dem Ovarium eine ähnliche Wirkung auf das Becken zu wie einem Hypophysistumor in pathologischen Verhältnissen. Er hat die Hüftbreite bei 13jährigen, schon menstruierten Mädchen auf der einen Seite und bei 15jährigen, noch nicht menstruierten gemessen. Die ersteren, obwohl im Gesamtwachstum nicht weiter als die zweiten, waren in der Beckenweite ihren älteren Geschlechtsgenossinnen weit voraus. Die Bedeutung des Ovariums für die Beckenentwickelung zeigten auch Shattock und Seligmann (19). Sie fanden, daß bei verschiedenen Tieren die beiderseitige Oophorektomie zu kleineren Beckendurchmessern führt als bei normalen Tieren. Der Effekt der Kastration bei verschiedenen Arten war um so deutlicher, je größer der Geschlechtsunterschied an und für sich bei der betr. Art war.

Nach v. Bonin (20) wirkt „das Ovarium direkt als Sensibilisator" oder „es verankert nur das von der Hypophyse sezernierte Hormon an den Osteoblasten der Beckenknochen". Auf jeden Fall scheint nach ihm aber die Funktion des Ovariums, die mit dem Beginn der Geschlechtsreife einsetzt, für das Wachstum des typisch weiblichen Beckens das Ausschlaggebende zu sein.

Meine Fälle mit accessorischen Knochenkernen am äußeren oberen Pfannendach gehören weiblichen Individuen an mit einer Ausnahme. Diese Mädchen waren alle gut entwickelt für ihr Alter, besonders sind die Hüftumfänge außerordentlich groß. Im auffälligen Gegensatz steht bei allen der schwach entwickelte Schultergürtel. Von der einzigen männlichen Person (Fall 10) ist oben schon der stark feminine Typ erwähnt; auffällig ist die reichliche Adipositas in der Hüftgegend und am Schamberg. Auffällig schwach ist ferner die Entwickelung



des Schultergürtels. Die Muskulatur der oberen Extremität ist äußerst schwach. Es ist bei diesem Fall anzunehmen, daß es sich um eine Störung der inneren Sekretion, vor allen Dingen der Hypophysis handelt, ähnlich wie wir es sehen bei Patienten mit Hypohpysentumoren; der Fall erinnert an operierte Fälle von v. Eiselsberg (21).

Was die Art der Verknöcherung der angeführten Nebenkerne anbelangt, so ist anzunehmen, daß genau wie bei den drei Hauptkernen eine enchondrale und gleichzeitig eine perichondrale Ossifikation vom Kern aus stattfindet. Auf Röntgenbildern von kindlichen Becken findet man häufig an der Gelenkpfanne eine leichte Aufhellung, die weder als Knochen- noch als Muskelschatten anzusprechen ist. Man trifft diese Aufhellung häufig in der Nähe des oberen äußeren Pfannendaches, aber in größerer Ausdehnung als einem eventuellen späteren Epiphysennebenkern entspricht. Ich möchte diese Erscheinung als Vorstadium des Epiphysenkerns, als Kalkimprägnationsstadium bezeichnen, wie es Robert Meyer (22) am Darmbein nachweist. Diese Erscheinung eines Vorstadiums eines Epiphysennebenkerns ist wohl einer Nachprüfung in größerem Umfange wert.

Nach Osei Abata (23) ist die „Kalkablagerung im Knorpel von einer eigentümlichen Erscheinung begleitet, die er kurz Reaktion nennt; diese macht sich an gewissen Stellen schon vor dem Sichtbarwerden des Kalkes bemerkbar durch Vergrößerung der Knorpelzellen, Zerfallen und Verschwinden der Kerne; an anderen Stellen nimmt auch das Periost und sogar die Umgebung desselben teil: die chondrale Reaktion. Mit der Kalkablagerung tritt nun die chondrale Reaktion auf“.

Wie weit diese Reaktion bei den Epiphysennebenkernen sich in klinisch bemerkbaren Symptomen äußert, ist schwer festzustellen. Ich bin geneigt, anzunehmen, daß, wo eine starke periostale Beteiligung statthat, sich Reizerscheinungen in Druckempfindlichkeit und spontanen Schmerzen bemerkbar machen, wie es auch ähnlich bei der Schlatterschen Krankheit von Schultze (24) erwähnt ist.

Nach Tandler und Grosz (25) ist all das, was von einem gegebenen Organ „unter der Einwirkung von Keimdrüsenhormonen wandelbar ist, eben Geschlechtsmerkmal“.

Nach den Ergebnissen der beiden Autoren „zeitigt das harmonische Zusammenwirken der Organe mit innerer Sekretion, wie Keimdrüse, Schilddrüse, Thymus, Nebennieren und Hypophyse das normale rechtzeitige Eintreten der Reife. Nach der richtigen Einschätzung der einzelnen Komponenten an sich und von dem Zusammenwirken der Hormone sind wir noch weit entfernt“.

Inwieweit in meinen Fällen eine Einwirkung der Hormone der Keimdrüsen auf die Bildung der Epiphysennebenkerne einen Einfluß ausübt, läßt sich noch nicht mit Sicherheit sagen. Bemerkenswert ist nur ihr zeitliches Auftreten mit der stärksten Entwickelungszeit weiblicher Individuen und eines Falles eines männlichen Individuums mit eunuchoidem Hochwuchs im Sinne Tandlers.

Literatur.

1. Grashey: Atlas chirurgischer und pathologischer Röntgenbilder.
2. A. Köhler: Lexikon der Grenzen des Normalen und der Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde.
3. Preiser: VIII. Jahrgang der Kongreßberichte der Deutschen Röntgengesellschaft.
4. Hertwig: Entwickelungsgeschichte.
5. Mehnert: Untersuchungen über die Entwickelung des Beckengürtels bei einigen Säugetieren. Morpholog. Jahrb., Bd. XV. 1889.
6. Leche: Pfannenknochen und zur Anatomie der Beckenregion der Insektivora. Kgl. schwed. Akad. d. Wissensch., Bd. XX. 1883.
7. Wiedersheim: Das Gliedmaßenskelett der Wirbeltiere mit besonderer Berücksichtigung des Schulter- und Beckengürtels bei Fischen, Amphibien und Selachiern. Jena, Fischer. 1892.
8. Schwarzenbach: Die Entwickelung des Knorpelbeckens im zweiten Fötalmonat. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol., Bd. LXXII. Heft 2.



9. Schwegel: Die Entwickelungsgeschichte der Knochen des Stammes und der Extremitäten. Wiener Akad. Sitzungsberichte, Bd. XXX. 1898. S. 337.
10. Rambaud et Renault: Origine et Développement des os Paris 1864.
11. Kölliker, A. v.: Entwickelungsgeschichte der Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.
12. Waldeyer: Das Becken.
13. Gegenbaur: Anatomie des Menschen.
14. Wingate Todd: The Descent of the Shoulder after Birth. Anatom. Anzeiger, Bd. XLI. Heft 14
15. Falck: Die Entwickelung und Form des fötalen Beckens. Berlin. Karger 1908.
16. Breus und Kolisko: Die pathologischen Beckenformen. 1900.
17. Litzmann: Die Entstehung der Beckengestalt. 1861.
18. Weisenberg: Das Wachstum des Menschen.
19. Shattock und Seligmann: Lancet 1910. Part. I. 368.
20. Bonin, v.: Bemerkungen zur Mechanik des Beckens, besonders zur Entwickelung des weiblichen Beckens. Anatom. Anzeiger, Bd. XLI. Heft 20—22.
21. Eiselsberg, v.: Archiv f. klin. Chirurgie. Bd C. Heft 1.
22. Meyer, Robert: Zur normalen und pathologischen Bildung der Knochenkerne des Beckens; ektopische Kalkimprägnation. Anatom. Anzeiger, Bd. XLII. Heft 1.
23. Osei Obata: Die Knochenkerne des fötalen menschlichen Beckens. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol., Bd. LXXII. Heft 3.
24. Schultze: Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 99.
25. Tandler und Grosz: Die biologischen Grundlagen der sekundären Geschlechtscharaktere.

Aus dem radiologischen Institut des Rudolf Virchow-Krankenhauses Berlin.
(Leitender Arzt: Prof. Dr. Levy-Dorn.)

Knochenherde im Röntgenbilde mit besonderer Berücksichtigung der Tuberkulose.

Von

Dr. med. **Fritz Weiler.**

(Hierzu Tafel IX, Fig. 2 und 3.)

Bei Durchsicht der Literatur über Knochenerkrankungen finden wir oft die Anschauung vertreten, röntgenologisch wäre die betreffende Erkrankung, z. B. Osteomyelitis, Tuberkulose in ihren Anfangsstadien natürlich nicht zu erkennen, da sich der pathologische Prozeß in den Markräumen der Knochen abspiele. Erst wenn die Erkrankung weiter fortschreite, könne man wegen der Zerstörung von Spongiosabälkchen Aufhellung und Verwaschenheit im Strukturbilde der Knochen erwarten. So wollen manche Autoren aus kleinen, etwa erbsengroßen Aufhellungen des Knochenbildes auf ebenso große Herde im Inneren der Knochen geschlossen haben. In auffallendem Gegensatz hierzu steht die Tatsache, von der ich mich überzeugt habe, daß in einigen Fällen klinisch vermutete, auf dem Sektionstisch bestätigte Karzinommetastasen z. B., die mit Zerstörung von Knochen einhergingen, röntgenologisch keine Erscheinungen machten, daß ebenso bei der Operation gefundene, ziemlich beträchtliche tuberkulöse Herde auch bei epikritischer Betrachtung der Röntgenplatten nicht zum Ausdruck gekommen waren. Dies waren Widersprüche, die zu Untersuchungen anregten, von welcher Größe an Defekte im Innern der Knochen sichtbar würden.

Die Methodik war folgende: Als erstes Versuchsobjekt diente uns der distale Teil des Femur. (Tafel IX, Fig. 2.) Leichen von kräftigem Bau wurden Knochen, an denen makroskopisch kein pathologischer Prozeß wahrzunehmen war, entnommen, durch Versuche festgestellt, welches eine geeignete Aufnahmetechnik für diesen Teil des Körpers wäre. Ich fand als vorteilhaft 50 cm Entfernung, Zylinderblende von 13 cm Durchmesser, eine ziemlich weiche Röhre. Hierbei trat die Strukturzeichnung sehr scharf hervor. Dann wurde der Knochen frontal durchsägt und eine Kontrollaufnahme gemacht. Dies hatte, wie auch zu erwarten war, nicht den geringsten Einfluß auf das Bild. Jetzt wurden die Knochen mit Höhlungen von ver-



schiedener Größe versehen. Falls dieselben in der Gegend des Ludloffschen Fleckes angelegt wurden, konnten etwa walnußgroße Massen entfernt werden, ohne daß röntgenologisch ein wesentlicher Unterschied gegen die Kontrollbilder zutage trat. Hier ist allerdings in Betracht zu ziehen, daß an dieser Stelle fast nur Mark zu entfernen war, nur spärlich Spongiosabälkchen. Ein Maßstab dafür ist z. B., daß der scharfe Löffel allein genügte, die gewünschte Größe der Höhle herbeizuführen. Eine Diagnose bei nur unwesentlichen Helligkeitsunterschieden ist aber an diesem Teile des Knochens aus dem Grunde nicht zu stellen, da diese Stelle bei den verschiedenen Individuen ganz ungleichmäßig undurchgängig ist, selbst wenn man ein gleiches Alter in Betracht zieht. Die Strukturzeichnung war nicht im geringsten gestört. Wir gingen jetzt zu den Kondylen selbst über und wählten die Stelle, die als Prädilektionsstelle für tuberkulöse Herderkrankungen gilt, d. h. die Gegend der Epiphysenlinie in der Richtung auf das Gelenk. Es wurden nur Bilder verwendet, gegen deren Beschaffenheit sich kein Einwand erheben ließ, die vor allem gute Strukturzeichnung darboten. Hier mußte wegen der Härte des Knochens mit Hammer und Meißel gearbeitet werden, um Höhlungen zu schaffen.

Da ergab sich das überraschende Resultat, daß wir erbsen-, kirschkern-, ja haselnußgroße Höhlen machen konnten, ohne daß ein wesentlicher, für die Diagnose verwertbarer Defekt auf dem Röntgenbilde nachzuweisen war. Erst, wenn wir die Höhle walnußgroß anlegten, sahen wir eine runde, etwa zehnpfenniggroße Aufhellung inmitten des Kondylus, eine Aufhellung des Grundtons. (Tafel IX, Fig. 3[1].) Strukturveränderungen konnten wir zwar bei diesem bedeutenden Umfang der Höhlung feststellen, aber nur in geringem Maße, und doch haben wir unter so günstigen Bedingungen gearbeitet, wie sie bei Krankheitsprozessen nie vorhanden sind; so hatten wir in der Höhlung Luft, so daß der Unterschied an spezifischem und Atomgewicht gegen das ausgefallene Gewebe ein ganz gewaltiger ist, außerdem fehlten die Weichteile, so daß das Verhältnis des ausgefallenen Teiles zu dem noch vorhandenen sich auch in dieser Hinsicht am Lebenden wesentlich ungünstiger darstellt. Ahmten wir die natürlichen Verhältnisse nach, indem wir die Höhlen mit Gewebsbrei anfüllten, indem wir Aufnahmen mit Weichteilbedeckungen machten, so wurden die vorher nur wenig hervorgetretenen Differenzen fast ganz aufgehoben. Eine Änderung der Aufnahmebedingungen, etwa eine weitere Entfernung des Fokus auf 75—150 cm mit natürlich entsprechend längerer Expositionszeit, eine Änderung in der Härte der Röhre führte zu keinem anderen Resultate; ebensowenig Aufnahmen in anderen Richtungen, eine Tatsache, die auch unseren Erwartungen entsprach, da ja die Höhen genau in der Mitte zwischen der vorderen und hinteren Fläche der Kondylen angelegt waren.

So sehen wir also, daß an diesem Knochen bei Defekten im Innern die röntgenologische Untersuchung nur ein sehr mangelhaftes Resultat ergab und doch gibt es Stellen im Knochensystem, die Diaphysen der langen Röhrenknochen, bei denen die Verhältnisse die für Röntgenstrahlen in Betracht kommen, sich noch mehr zu ungunsten der inneren Teile verschieben. An diesen kann man die ganze Spongiosa entfernen, ohne daß auf dem Röntgenbild Ausfallserscheinungen auftreten.

Es ist wohl kaum nötig, besonders darauf hinzuweisen, daß, sofern die der Platten zunächstliegenden Teile der Kortikalis oder bei den spongiösen Knochen diejenigen der Spongiosa irgendwie verändert werden, wir dies sofort deutlich auf dem Röntgenbild wahrnehmen können.

Als weiteres Versuchsobjekt wurde das würfelförmige, ziemlich regelmäßig gebaute Os cuboidum genommen. Auch hier konnten wir eine, im Verhältnis zur Größe des Knochens ziemlich beträchtliche Menge von Spongiosabälkchen entfernen, ohne Ausfallserscheinungen zu erhalten. Erst wenn die Höhle Haselnußgröße erreichte, erhielten wir eine Demarkation auf der Platte. Ausfüllung der Höhle mit Gewebsbrei hob die durch die Höhlung entstandene

[1]) Auf dem umstehenden Bilde treten die Unterschiede bei weitem deutlicher hervor, als auf der Originalplatte.



Durchlässigkeit dieser Stelle fast völlig wieder auf. Immerhin ist an diesem Fußwurzelknochen ein Ausfall von Spongiosa leichter zu erkennen, als an dem ersten Beispiel. Wohl verstanden, aber nur an dem Knochenpräparat, da ja am lebenden, infolge der Weichteile und Variabilität der Knochen eine Erschwerung der Erkennungsmöglichkeit auch hier eintritt.

Ein ähnliches Resultat ergaben die Versuche an den Wirbelkörpern. Bei Normalaufnahmen ist die Mitte etwas durchgängiger als die Randpartie, was bei Lebenden auf dem Bilde weniger deutlich herauskommt, weil Bogen und Fortsätze das Bild des Körpers zum Teil überdecken. Am Wirbelpräparat sieht man schon verhältnismäßig kleine Aushöhlungen, als eine Vergrößerung der schon vorhandenen normalen Aufhellung der Mitte, — leicht erklärlich, wenn wir in Betracht ziehen, daß eine eigentliche Kompakta hier nicht vorhanden ist. Die Wirbelkörper haben einen im ganzen mehr spongiösen Bau, so daß das Verhältnis der inneren zu den äußeren Schichten für das Sichtbarwerden von Defekten ein relativ günstiges ist. Ungünstig liegen hier die Dinge nur beim Kranken wegen der Dicke der Weichteile und wegen der sich aufeinander projizierenden Bögen, Körper und Fortsätze, die den durch den Bau des Knochens bedingten Vorteil mehr als genug aufheben.

So liegen also die Verhältnisse für die Aufdeckung von Knochenherden so ungünstig, daß man nach besonderen Erklärungen dafür sorgen muß, daß wir in der Diagnose von Knochenerkrankungen relativ weit gekommen sind. Gehen wir besonders auf die Tuberkulose ein.

Schon vor der Benutzung der Röntgenstrahlen war es bekannt, daß die tuberkulösen Herde nicht der einzige Ausdruck der tuberkulösen Erkrankung der Knochen war. So finden wir, „daß unter der tuberkulösen Schicht und nicht selten durch eine Lage ganz normalen Knochengewebes getrennt, der Knochen alle Zeichen der rarifizierenden Ostitis und zwar häufig fleckweise darbieten kann“ (Krause, Tuberkulose der Knochen und Gelenke, Deutsche Chirurgie). Seltener sind sekundäre Verkalkungserscheinungen. Auch andere Autoren sprechen von der Weichheit des Knochengewebes in der Umgebung von tuberkulösen Herden. So konnte Bofinger, entfernt von den eigentlichen tuberkulösen Herden, den Knochen „wie Butter“ schneiden, eine Folge der bei der Tuberkulose vorkommenden Entkalkung. Es ist nun selbstverständlich, daß dieser Prozeß die Kortikalis ziemlich bald erreichen muß, und zwar nicht sofort an allen Stellen gleichmäßig, Veränderungen in der Kortikalis selbst treten aber auf dem Röntgenbilde sehr deutlich zutage, so daß wir also in den Fällen, wo wir es mit einer tuberkulösen Erkrankung im Innern der Knochen zu tun haben, nicht die Herde, denn dieses ist ja nach unseren Versuchen unmöglich, sondern die sekundären Veränderungen erkennen. Dadurch, daß diese sekundären Veränderungen bei den verschiedenen Erkrankungen verschieden sind, ist eine Differentialdiagnose möglich. Daß wir auch experimentell ein ähnliches Bild erlangen können, wie wir es bei der Tuberkulose gewohnt sind, zeigt folgender Versuch:

Wenn man einen Femur etwa acht Tage mit seiner der Platte später anliegenden Hälfte in Entkalkungsflüssigkeit legt, erhält man ein Röntgenbild, das sehr ähnlich den Tbc. erhaltenen Bildern ist. Verwaschene Strukturzeichnungen, an einzelnen Stellen stärkere Aufhellungen. Daß nicht die Herde selbst oft in Erscheinung treten, sondern die Entkalkungsprozesse, erklärt auch die Tatsache, daß wir oft an einigen, einige Wochen später aufgenommenen Bildern keine Aufhellungen, die den früher gefundenen entsprechen, mehr erkennen können. Der Kalk hat sich in dem den Prozeß umgebenden Knochen wieder abgelagert, da der Herd im Ausheilen begriffen ist. Andererseits dürfen wir auch aus Vergrößerung einer sich aufhellenden Stelle nicht ohne weiteres auf ein rapides Wachstum des eigentlichen Herdes schließen, da eben die Aufhellung nur auf einer weiteren Entkalkung der Kortikalis beruhen kann.

Ferner läßt sich leider bei einem, keine Erscheinungen darbietenden Röntgenbilde eine tuberkulöse Erkrankung nicht mit Bestimmtheit ausschließen, da sekundäre Veränderungen



nicht notwendigerweise eintreten müssen und sich nicht selten der primäre Herd der Diagnose verschließt. Kleinste Herde können nur zum Ausdruck kommen, wenn sich zu Atrophievorgängen Kalkablagerungen hinzugesellen.

Tafel IX, Fig. 2. Normaler Femur.

Tafel IX, Fig. 3. Derselbe Femur, am medialen Kondylus haselnußgroße Aushöhlung, am lateralen etwa walnußgroß.

Aus dem Röntgeninstitute des Kaiser-Jubiläums-Spitales der Stadt Wien.
(Vorstand: Dr. A. Schönfeld.)

Harnröhrendivertikel im Röntgenbild.

Von

Dr. Kurt Sorantin.

(Tafel IX, Fig. 4, 5 und 6.)

Anläßlich eines Falles von Harnröhrendivertikel fiel mir die Aufgabe zu, die einschlägige Röntgenliteratur durchzusehen. Es fanden sich jedoch in den Lehrbüchern nur Angaben allgemeiner Natur, und es scheint in der Kasuistik der im folgenden beschriebene Fall somit der erste zu sein, der röntgenologisch nachgeprüft wurde.

Deshalb möchte ich mir erlauben, zur Kasuistik des Diverticulum urethrae einiges beizutragen und die Röntgenaufnahmen dieses Falles zu reproduzieren.

Der Fall, der in der k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien in der Sitzung vom 5. XII. 1913 demonstriert wurde, betrifft den 58jährigen Patienten J. B., der am 26. VIII. 1913 auf die urologische Abteilung des Kaiser-Jubiläums-Spitales, Vorstand Dr. Kroiß, dem wir auch die Überlassung der folgenden Krankengeschichte danken, wegen Harnbeschwerden aufgenommen wurde.

Anamnese: Vor 20 Jahren harter Schanker, vor 3 Jahren angeblich ärztlich behandelter Tripper, vor 2 Jahren angeblich Nebenhodenentzündung, die durch die Skrotalhaut nach außen durchbrach. Seitdem bestehen Fisteln. Das Urinieren wurde seit dem Tripper langsam schwerer. Schließlich kann der Harn nur mehr tropfenweise unter Pressen entleert werden, wobei die Peniswurzel stark anschwillt. Diese durch den gestauten Harn bedingte Schwellung wird mit den Händen ausgedrückt.

Status specificus: In der Urethra eine Striktur für ca. Ch. 12 durchgängig, ungefähr 3 cm hinter dem Orificium. In der Bulbusgegend eine resistente Striktur, deren Entrierung nicht gelingt. Am unteren Pol des Skrotums, in dem beide Hoden frei beweglich und unverändert zu konstatieren sind, befinden sich an der Kuppe zweier harten Schwielen 2 Fistelöffnungen. Ein in die Urethra eingeführter Katheter gelangt nicht bis in die Blase, sondern rollt sich an der Peniswurzel auf. Nach einigen vergeblichen Versuchen gelang es endlich, einen Katheter Ch. 15 in die Blase einzuführen.

Am 19. IX. 1913 wurde der Patient behufs Röntgenaufnahme zur Überprüfung des klinischen Befundes und genaueren Übersicht ins Röntgeninstitut gewiesen.

Die Röntgenaufnahmen der Urethra wurden nun, um sich vorerst zu orientieren, nach Einführung schattengebender Katheter vorgenommen, durch die dann 5% Kollargollösung eingespritzt wurde.

Ich benutzte hierzu eine sehr elastische und biegsame Nickelspirale. Das zweitemal wurde eine neue Gattung von überaus biegsamem Wismutgummischlauch verwendet, da die gewöhnlich für Röntgenaufnahmen verwendeten schattengebenden Katheter sich als zu starr erwiesen. Beide Instrumente wurden unserem Institute von der Firma Leiter in Wien, die sie erzeugt, zur Erprobung zur Verfügung gestellt. Ich habe mit ihnen meine Absicht, sie im urethralen Divertikel zum Aufrollen zu bringen, wie die Bilder zeigen, vollkommen erreicht.

Der Patient wurde nun zur Aufnahme auf das Trochoskop gelagert, das die Verwendung einer Röhre mit der Strahlenrichtung von unten nach oben gestattet. Die Röntgenplatte



wurde horizontal über die Symphyse gelegt. Die Aufnahmen wurden mit einem Hochspannungsgleichrichter in 20 Sekunden bei einer Belastung von 10 M.-A. mit mittelweicher Röhre und Heydenfolie ausgeführt.

Die erste Platte (Tafel IX, Fig. 4) zeigt deutlich die kollargolgefüllte Blase, die Symphyse und den Penis mit der sondierten Harnröhre. Man sieht, daß ca. 2 cm vor und links von der Symphyse die Metallsonde an ein Hindernis gestoßen war und sich aufgerollt hatte. Da die Kreisebene in der sagittalen Richtung liegt, projizieren sich die Teile der Metallspirale knapp nebeneinander. Die Schatten in der Umgebung der Sonde rühren von Kollargolresten der Füllung her.

Um die Hohlräume deutlicher zu veranschaulichen, wurde jetzt ein dicker Wismutgummischlauch eingeführt und der Penis nach rechts abgezogen, hierbei wohl auch etwas gedreht. In dieser Stellung photographiert übersieht man (Tafel IX, Fig. 5) sehr gut den etwas links unten neben der Harnröhre gelegenen etwa walnußgroßen, kugelförmigen Divertikel, in welchem sich der Schlauch mehrfach aufgerollt hat.

Jetzt wurde noch unter mäßigem Druck eine $5^0/_0$ige Kollargollösung durch einen gewöhnlichen Katheter injiziert und Blase sowie Divertikel nachgefüllt. Die Urethra mußte, um ein Abfließen hintanzuhalten, rasch nach dem Zurückziehen des Katheters mit der Hand komprimiert werden.

Auch hier sieht man (Tafel IX, Fig. 6) den Divertikel in der schon beschriebenen Größe und Lage unterhalb der Harnröhre und erkennt deutlich auf der Platte etwas nach rechts und unten gegen die Analfalte zu einen unregelmäßig konturierten, feinen Kollargolschattenstreifen vom Schatten des Divertikels herabziehen, der einem Fistelgange entspricht.

Die Röntgenaufnahmen bestätigen und ergänzen auch den klinischen Befund eines Pseudodivertikels der Harnröhre. Es konnte durch die Röntgenmethode mit Hilfe der Kollargolfüllung unzweifelhaft nachgewiesen werden daß die Fistelöffnung zum Divertikel hinführte.

Über den weiteren Verlauf will ich nur noch kurz erwähnen, daß infolge der Spitalsbehandlung der Divertikel sich verkleinerte und die Fistelöffnungen sich schlossen. Eine neuerliche Röntgenkontrollaufnahme war beabsichtigt, konnte aber nicht ausgeführt werden, da Patient plötzlich einem apoplektischen Insult erlag.

Die auf die Urethra bezügliche pathologisch-anatomische Diagnose der Prosektur (Vorstand Dr. Maresch) lautete: Urethritis chronica, Strictura urethrae, Abscessus urethralis senatus. Auch die histologische Untersuchung der Divertikelwand bestätigte die Diagnose des Pseudodivertikels.

Aus dem Radiologischen Institut der Allgemeinen Poliklinik in Wien.

Ein Schutz für die Palladiumröhrchen.

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck.**

Die Röntgenrohre mit Osmoregulierung sind für den Schutz der Palladiumröhrchen mit gläsernen oder pappendeckelnen Schutzhüllen versehen; diese haben aber den Nachteil, daß sie geschlossen sind und daher bei der Vakuumregulierung abgenommen werden müssen, so daß das Palladiumröhrchen gerade beim Gebrauch des Röntgenrohres einem Abbrechen durch Anstoßen ausgesetzt ist, wodurch das ganze Röntgenrohr unbrauchbar wird.

Ich gebrauche seit einiger Zeit nach eigener Angabe angefertigte Schutzhülsen und Schutzkörbe.

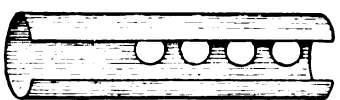
Erstes Modell, Schutzhülse. Figur 1.

Die Schutzhülse ist ein zylindrisches Halbrohr aus Blech, 70 mm lang, 13 mm im Querschnitt, an einer Seite weit offen, so daß der Querschnitt nur etwas mehr als einen Halb-



mond beträgt. Die Hülse ist gegenüber der offenen Seite perforiert, und zwar mit einer Reihe von großen Löchern in kurzen Abständen versehen.

Die Hülse wird mit der offenen Seite nach unten sehend über das das Palladiumröhrchen tragende gläserne Ansatzrohr des Röntgenrohres geschoben, und zwar soweit vorgeschoben, daß sie das Palladiumröhrchen nur mehr wenig überragt.


Fig. 1.

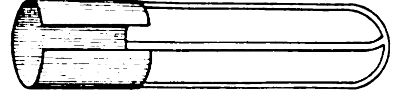
Hier bleibt sie dauernd liegen und wird auch bei der Vakuumregulierung, i. e. Erhitzung des Palladiumröhrchens mit der Flamme nicht entfernt; die Flamme kann durch den Spalt der Hülse unbehindert zum Röhrchen gelangen und — nebenbei bemerkt — auch gegenüber ins Freie blicken.

Die Hülse behindert auch die Anwendung der Béclère-Maingotschen Gasfernregulierung durchaus nicht. Der Korkring der alten gläsernen Hülle wird über die Metallhülse gezogen und dadurch „auf seinen alten Platz" gebracht. Die Klammer der Fernzündvorrichtung wird wie bisher über den Korkring geschoben und der Brenner von unten nach oben gegen das Palladiumröhrchen gerichtet. Gestattet einmal die Lage der Schutzhülse nicht sofort die passende Anbringung der Fernzündvorrichtung, so wird die Schutzhülse durch Drehen in andere Lage gebracht.

Der Vorgang der Osmoregulierung wird durch die neue Hülse durchaus nicht gestört; auch ist das Palladiumröhrchen nicht ganz unsichtbar gemacht, man kann das Glühendwerden desselben schräg von unten her gut sehen.

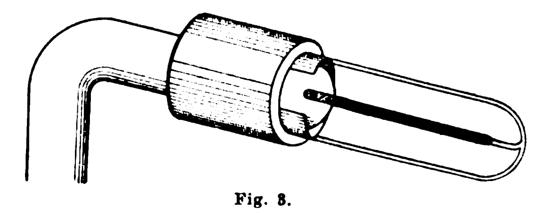
Zweites Modell, Schutzkorb. Figur 2.

Der Schutz ist ein aus drei Drahtstäben (aus Haarnadeln) gemachter Korb mit einem kurzen Blechzylinder als Träger. Wird der Zylinder über das Ansatzrohr des Röntgenrohres geschoben — was auch bei etwas dickem Ansatzrohr leicht gelingt, da der Zylinder elastisch ist —, so befindet sich das Palladiumröhrchen in der Mitte des Korbes, es ist zwar gegen Stöße nicht so gut geschützt, wie beim ersten Modell, aber doch genügend; es ist ferner für die Betrachtung von keiner Seite her verdeckt. (Figur 3: Ansatzrohr des Röntgenrohres mit Palladiumröhrchen, Schutzkorb und Korkring in situ.)


Fig. 2.

Man hat nun den großen Vorteil, Schutzvorrichtungen zu haben, welche an dem Ansatzrohr dauernd befestigt bleiben, speziell vor der Vornahme der Vakuumregulierung nicht abgenommen werden müssen, so daß man nicht mehr gezwungen ist, das Ansatzrohr ängstlich vor dem leisesten Stoß zu bewahren.

Derartige Schutzvorrichtungen stehen anscheinend derzeit fast nirgends in Verwendung; weder C. H. F. Müller noch Gundelach verfertigen sie. Nur E. Pohl (Kiel) macht — wie ich nachträglich erfahre — meinem Modell Nr. 2 ähnliche Körbe, aber nur in Verbindung mit der Fernzündungsvorrichtung.


Fig. 3.

Nun ist aber ein allgemeiner Gebrauch meiner Schutzvorrichtungen dringend anzuempfehlen, und zwar ohne fixe Verbindung mit der Fernzündungsvorrichtung, so daß die Osmoröhrchen zu keiner Zeit ungeschützt sind; jede Röhre mit Osmoregulierung sollte in Zukunft bereits auf dem Wege von der Fabrik zum Abnehmer die neue Schutzvorrichtung tragen[1]).

[1]) Ich gab der Firma C. H. F. Müller kürzlich diesen Rat, sie nahm ihn auch bereitwillig an und liefert seitdem — wie ich höre — die Röntgenrohre mit Osmoregulierungsvorrichtung nur mehr mit Schutzkorb.

Über den Pylorospasmus und das Salzsäurephänomen.

Von
Privatdozent Dr. **Karl Glaeßner** und Dr. **Siegmund Kreuzfuchs** (Wien).

Das Studium des Pylorusspieles ist ein außerordentlich schwieriges. Wir setzen die grundlegenden Untersuchungen über die Pylorusreflexe von Moritz, Mehring, Hirsch, Pawlow, Cannon, Cohnheim, die schönen Arbeiten von Carnot, E. Chassevant, Tovblr, Müller, die Studien von Sick, Groedel, Dietlen, sowie die Beobachtungen von Beaumont, Pfungen, Kelling u. a. als bekannt voraus und behalten uns vor, in einer ausführlichen Monographie unter genauen Quellenangaben, die sich bis ins siebzehnte Jahrhundert zurück erstrecken, auf die ganze Frage noch einmal ausführlich zurückzukommen. Wir möchten hier nur versuchen, auf Grund des vorliegenden Materiales ein Bild von der Kompliziertheit der Pylorusreflexe zu entwerfen, um dann zu zeigen, wie schwierig es ist, unter pathologischen Verhältnissen die Ursache der abnormen Funktion des Pylorus festzustellen; insbesondere werden wir uns bemühen darzutun, daß es nicht ohne weiteres angeht, aus der Verzögerung der Magenentleerung bei intaktem Pylorus und selbst bei Hyperazidität den Schluß auf Pylorospasmus zu ziehen.

Der Pylorus kann sowohl von der Magen-, wie auch von der Duodenumseite geöffnet und auch geschlossen werden, wobei sowohl die Öffnung wie auch die Schließung durch zwei differente Reflexe, die Mechano- und die Chemoreflexe erfolgt. Mechanoreflexe: Schluß des Pylorus bei Berührung desselben von der Magenseite mit einem festen Gegenstande (Sonde, feste Speisen). Schluß des Pylorus von der Duodenumseite — Auffüllung des Duodenums und auch Jejunums. Chemoreflexe: Öffnung des Pylorus durch Salzsäure von der Magenseite (Cannon), Schluß des Pylorus durch Salzsäure von der Duodenumseite, Öffnung des Pylorus durch Alkali von der Duodenumseite (Cohnheim). Ein Mechano-Öffnungsreflex von der Magenseite ist uns nicht bekannt, doch dürfte es wohl einen solchen geben. Wir erschließen das aus folgendem. Während die Kapazität des Magenkörpers innerhalb weiter Grenzen schwankt, ist nach den einwandfreien Untersuchungen von Sick und namentlich nach den klassischen anatomischen Studien von His, die eine Fundgrube der Belehrung für den Radiologen bilden, die Volumschwankung des Antrums unter physiologischen Verhältnissen eine sehr geringe („der Pylorusabschnitt ändert seine Kapazität nicht in nennenswertem Maße“, Sick und Tedesko) und es erscheint uns durchaus wahrscheinlich, daß wenn die Füllung des Antrums ein gewisses Maß, das nicht überschritten werden kann ohne dauernde Schädigung zu hinterlassen, erreicht hat, ein Reflex zur Öffnung des Pylorus ausgelöst wird[1]). Möglicherweise spielt nicht nur das Volumen, sondern auch der Innendruck des Antrums bei dieser supponierten Reflexauslösung eine Rolle. Wenn dem so wäre, dann könnte auch ein Zuwachs des Druckes von außen den Pylorusverschluß reflektorisch sprengen, dann wäre aber auch die scheinbare Auspressung des Magens mit der Hand nichts anderes als die Auslösung eines Mechanoreflexes. Wir werden später sehen, daß diese Vorstellung auch auf den krampfhaft verschlossenen Pylorus angewendet werden kann.

Für einen Mechanoöffnungsreflex von der Duodenumseite sprechen eine Reihe von Beobachtungen. Magendie hebt hervor, daß bei Lufteinblasung in den Magen durch den Ösophagus „der Magen sehr ausgedehnt und die Kraft sehr bedeutend sein muß, wenn es gelingen soll, den Widerstand des Pförtners zu überwinden. Ganz anders verhält es sich, wenn man Luft durch den dünnen Darm gegen den Magen treibt, denn in diesem Falle leistet der Pförtner keinen Widerstand, sondern läßt die Luft bei dem leichtesten Druck hindurch“.

[1]) Nach Rüdinger käme bei Füllung des Antrums durch Kontraktion der Längsmuskelfasern, die auf den Pylorus übergehen (Dilatator pylori), die Öffnung des Pylorus zustande.



Sick betont, daß die vom Duodenum eingeführte Sonde mit ziemlich geringer Mühe durch den Verschluß geführt werden kann. Auch aus der Pathologie ist es bekannt, daß pyloruswärts geworfene Ingesten den Verschluß des Pylorus leicht überwinden. Daß die Temperatur der Ingesten auf das Pylorusspiel einen Einfluß hat, geht aus den Untersuchungen von J. Müller hervor.

Das Bemerkenswerteste an den Pylorusreflexen ist der antagonistische Effekt eines und desselben Agens, je nachdem es auf der Magen- oder auf der Duodenumseite angreift.

Am markantesten tritt dieser Antagonismus bei der Salzsäure hervor. Die Salzsäure öffnet von der Magenseite den Pylorus, schließt ihn von der Duodenumseite und hält ihn so lange geschlossen, so lange noch saure Reaktion im Duodenum herrscht (Hirsch, Serdjukow). Gleichzeitig aber regt die ins Duodenum gebrachte Salzsäure die Pankreasekretion an (Glaeßner) und bewirkt reflektorisch eine Ausschwemmung des Pankreassaftes (Popielski), wodurch (durch Neutralisation der Säure) der Pylorus wieder geöffnet wird. So gibt die Salzsäure im Duodenum ein doppeltes Signal: eines zum Verschlusse und eines zur Öffnung des Pylorus ab. Nach offenbar in Vergessenheit geratenen Beobachtungen von Magendie besteht unter physiologischen Bedingungen eine von der Mitte des Duodenums gegen den Pylorus gerichtete Peristaltik, die anscheinend auch den Übertritt von Darmsaft, Galle und Pankreassaft (bei nüchternem Magen, bei Verabreichung von Fett und bei übermäßigen Mengen von Säure im Magen, Boldireff) bewirkt. So lange Säuren, Magensaft, unverseiftes Fett im Darm sind, bleibt der Pylorus geschlossen und sind die Magenbewegungen gehemmt (siehe Magnus, Ergebn. der Phys., 1909), so hängt von der Sekretion des Darmsaftes, der Galle und des Pankreassaftes nicht nur die Öffnung des Pylorus, sondern auch das neuerliche Einsetzen der Magenbewegungen ab.

Schon dieser kurze Überblick zeigt, wieviel Faktoren das Pylorusspiel und gleichzeitig auch die Magenentleerung beherrschen. Kommt noch dazu, daß auch die Füllung und die sonstigen Verhältnisse des Dickdarmes einen Einfluß auf die Magenbewegungen ausüben, so ist es begreiflich, daß man ohne genaue Analyse der einzelnen Faktoren — Chemismus des Magens, Art, Menge und Temperatur der Ingesten, Chemismus des Duodenums, Füllungszustand des Darmes — aus dem Nachweise eines Sechsstundenrestes bei intaktem Pylorus noch lange nicht auf einen Pylorospasmus, i. e. einen krampfhaften Verschluß des Pylorus schließen kann. Eine Verzögerung der Entleerung kann durch einen prolongierten Pylorusverschluß — durch Überwiegen der Schluß- oder durch Herabsetzung der Öffnungsreflexe — bewirkt sein, ohne daß der Pylorus krampfhaft verschlossen wäre. Umgekehrt braucht ein wirklich krampfhafter Verschluß des Pylorus, der ja manchmal nur Sekunden oder Minuten anhält, noch lange keine Retention von Speisen hervorrufen. Es mag auf den ersten Blick als ein Streit um Werte erscheinen, ob man prolongierten Pylorusverschluß oder Pylorospasmus sagt. Dem ist aber durchaus nicht so. Eine Verzögerung der Magenentleerung führt den Patienten nicht zum Arzte, wohl aber die mit dem Pylorospasmus einhergehende Sensation. Schmerz oder eine sonstige lästige Sensation bilden einen integrierenden Bestandteil des Spasmus.

Der Spontanäußerung des Schmerzes bei der Untersuchung auf Pylorospasmus kommt, nebstbei bemerkt, dieselbe Beweiskraft zu, wie den zur Röntgendiagnostik verwendeten Druckpunkten, auf die ja gerade von der Holzknecht-Schule so großes Gewicht gelegt wird, nur daß tiefe Druckempfindlichkeit nach der übereinstimmenden Erfahrung der Chirurgen ausschließlich bei Mitbeteiligung des Peritoneums vorkommt (bloß in 10 % der Ulcera, da das Schleimhautulkus nicht druckempfindlich ist), während der Spontanschmerz in fast 100 % der Fälle vorkommt (siehe Mitchell).

Moynihan, der das Auftreten und das Verschwinden des Pylorospasmus während der Operation beobachten konnte, gibt folgende Darstellung: „Der Pylorusmuskel wird allmählich härter, bis ein Zustand fester Kontraktion erreicht ist, worauf sich eine solide zylindrische, weiße Masse ausbildet, die sich ähnlich anfühlt, wie ein normaler Uterus, wenn man ihn zwischen



die Finger nimmt. Der Krampf schwindet allmählich und der Magen gewinnt wieder sein normales Aussehen. Dieser Krampf ist häufig begleitet von einem Gefühle starker epigastrischer Aufblähung. Ich habe diesen Krampf zweimal in ausgesprochener Weise bei Patienten gesehen, die nur unter Lokalanästhesie operiert wurden. Beide beschrieben die Empfindung in diesem Augenblicke, als würde der Magen bersten oder als ob er stark gedehnt würde. Ich habe mir seither oft die Frage vorgelegt, ob die von den Kranken beschriebene Kolik (Nierenkolik, Leberkolik, Darmkolik) wirklich, wie bisher angenommen wurde, auf die Kontraktion glatter Muskelfasern zurückzuführen sei; es ist möglich, daß sie eher die Folge der Dehnung ist, die hinter dem vom Krampf befallenen Segmente zustandekommt." Diese Beobachtungen Moynihans sind sehr wichtig, denn sie enthalten außer der Feststellung der lästigen Sensation noch ein zweites für den Krampf charakteristisches Moment: die Dehnung hinter dem krampfhaft verschlossenen Abschnitt. Es ist eine allgemein akzeptierte, aber nicht bewiesene Anschauung, daß die hinter einem krampfhaft verschlossenen Orifizium stagnierende Masse (Speisen, Flüssigkeit) mechanisch eine Dilatation des oberhalb des Verschlusses gelegenen Segmentes hervorrufe. Diese Dehnung ist vielmehr eine rein physiologische Erscheinung und kommt auch dann zustande, wenn keine Retention oberhalb des spastischen Verschlusses besteht, wie es aus einem Gesetze von Meltzer hervorgeht. Mit anderen Worten, zum Begriffe des spastischen Verschlusses gehört auch die atonische Dehnung oberhalb des Verschlusses[1]).

Zum Nachweise des Pylorospasmus gehören demnach drei Dinge: 1. Der Nachweis des Nichtübertretens der Speisen ins Duodenum; 2. das subjektive Empfinden, sei es eines Krampfes, der Dehnung, der Völle oder einer sonstigen (im Epigastrum lokalisierten) Sensation und 3. die Tonusverminderung oberhalb des Verschlusses. Es ist daher nötig bei Fällen, bei denen der Verdacht auf Pylorospasmus besteht, die Kranken auch während des Schmerzanfalles zu untersuchen. Da es aber nicht immer möglich ist, den Kranken während der Schmerzattacke zu untersuchen, lag es nahe, den Pylorospasmus durch Zufuhr eines irritierenden Agens zu provozieren.

Der von uns veröffentlichte Salzsäureversuch entsprang aber ganz anderen Erwägungen. Wir wollten in jenen Fällen, bei denen klinisch gewichtige Momente für das Bestehen eines Ulkus bestanden, bei denen aber die Röntgenuntersuchung auch nicht einen einzigen Anhaltspunkt für die Diagnose Ulkus — auch nicht Sechsstundenrest! — ergab, durch Zufuhr verschiedener Säuren einen lokalen Spasmus erzeugen, um den Sitz des Ulkus zu eruieren.

Die Versuche, die wir mit Essigsäure anstellten, fielen vollkommen negativ aus, wir gingen dann zur Salzsäure über, aber auch so gelang es uns nicht, einen lokalen Spasmus zu erzeugen, hingegen fiel es uns auf, daß während bei einigen Patienten die Salzsäure gar keinen Effekt hervorrief, in anderen Fällen der Magen sich aussackte, das Wismut nach abwärts sank, die Wellen und der Übergang sistierten, während der Patient über Schmerzen, Brennen, Blähung oder dergleichen klagte. In anderen Fällen wieder trat der entgegengesetzte Effekt, starke Kontraktion des Magens, tiefe Peristaltik und ungemein rasche Entleerung auf, die auch dann noch auffallend war, wenn sich der Magen vorher schon in deutlicher und gegen die Norm beschleunigter Weise entleerte. Es ergab sich weiter, daß für diesen entgegengesetzten Effekt der Salzsäure in erster Linie der Sitz des Ulkus (diesseits oder jenseits der Pylorus) maßgebend war (autoptische Befunde). In weiterer Verfolgung dieser Beobachtungen fanden wir, daß in den von uns untersuchten und zur Operation überwiesenen Fällen, bei welchen die Salzsäure eine Beschleunigung der Entleerung bewirkte, das Pankreas mit affiziert war. Dies schien uns mit Hinblick auf die physiologische Tatsache der Beeinflussung der Pankreassekretion durch Einbringung von Salzsäure in das Duodenum ganz besonders bemerkens- und mitteilenswert.

[1]) Es ist selbstverständlich, daß während des Krampfes keine Speisen ins Duodenum übergehen können. Für die spastische Natur des Verschlusses spricht der Umstand, daß durch alle Momente — auch durch Druck von außen! — durch die es gelingt, einen Übertritt der Ingesten ins Duodenum zu bewirken, der Schmerz beseitigt wird, wie es aus Beobachtungen von Meunier und Kreuzfuchs hervorgeht (siehe Moynihan, Das Ulcus duodeni, S. 252).



Es mag ja sein und ist sogar wahrscheinlich, daß unsere funktionelle Prüfung bei einer Reihe von Fällen im Stiche lassen wird, das ist aber ein Fehler, der jeder funktionellen Prüfung anhaftet. Daß aber dem Pankreas (durch Beeinflussung des Pylorusspieles) eine Rolle bei der Entleerung des Magens auch unter pathologischen Verhältnissen zukommt, das geht nicht nur aus unseren Untersuchungen, sondern auch aus den von den unsrigen völlig unabhängigen Beobachtungen von Bacher hervor.

Da bei Fällen von Ulcus ventriculi aut duodeni nicht in 100 %, sondern in einem weit bescheideneren Prozentsatze „sichere" Röntgenzeichen, auf die ja mit Recht großes Gewicht gelegt wird, vorhanden sind, so würde ein weiterer Ausbau der funktionellen Diagnostik in dem von uns angestrebten Sinne wohl einen Fortschritt in der Röntgendiagnose der Magen- und Duodenalulcera bedeuten.

Dies als vorläufige Erwiderung auf die Angriffe von Holzknecht und Haudek, wir werden in unserer ausführlichen, in Vorbereitung begriffenen Arbeit, die sich ausschließlich auf operativ kontrollierte Fälle stützt, noch einmal auf den Gegenstand zurückkommen.

Zur Theorie und Technik der Härtemessung.

Von

Dr. med. et phil. **Th. Christen,** Privatdozent in Bern.

Seit dem Erscheinen meiner Monographie „Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen" (Verlag L. Graefe & Sillem) sind von verschiedenen Seiten Klagen bei mir eingelaufen, des Inhalts, daß die von mir veröffentlichten Vergleichstabellen mit den Bestimmungen anderer Forscher nicht in Übereinstimmung zu bringen seien. Es sind mir auch Muster von anderen Härteskalen eingereicht worden, damit ich mich überzeugen könnte, daß tatsächlich andere Vergleichswerte zu Recht bestehen.

Durch wiederholte Versuche habe ich mich überzeugt, daß die Kläger recht hatten. Daraufhin setzte ich mich sofort mit der Fabrikantin des absoluten Härtemessers in Verbindung, um festzustellen, ob die Halbwertscheiben und die Bakelittreppen gewissenhaft nach meinen Angaben hergestellt werden. Es wurden daraufhin eine große Reihe von Versuchen vorgenommen, deren Ergebnisse untereinander gut übereinstimmten, während allerdings eine merkliche Abweichung gegenüber den früheren Resultaten festzustellen war. Dagegen stimmten die neuen Versuche sehr gut mit den Zahlen, die G. Schatz in Bd. I, Heft 4, der „Strahlentherapie" auf S. 545 veröffentlicht hat.

Die Feststellung der Vergleichswerte wurde so vorgenommen, daß eine photographische Platte in drei Felder geteilt und mit einer Röhre von bestimmtem Härtegrad bestrahlt wurde. Auf dem I. Feld lag eine Bakelittreppe, entsprechend der Konstruktion des absoluten Härtemessers; das II. Feld wurde während der Hälfte der Bestrahlungszeit mit Blei zugedeckt. Dieses Feld mußte die gleiche Schwärzung aufweisen, als wenn es während der ganzen Bestrahlungszeit nur mit halber Intensität wäre bestrahlt worden. Seine Schwärzung entsprach also dem Halbwert der gegebenen Strahlung. Daneben bildete sich auf dem I. Feld die Bakelittreppe ab. Eine ihrer Stufen mußte die gleiche Schwärzung aufweisen, wie das Halbwertfeld II. Ihre Dicke war dann gleich der Halbwertschicht der gegebenen Röntgenstrahlung. War diese Dicke z. B. 1,2 cm, so war die Platte mit einer 1,2 cm-Strahlung bestrahlt worden usw.

Auf dem III. Feld endlich lag eine Wehneltskala. Es konnte also jeweilen der entsprechende Wehneltgrad abgelesen werden.



Die Ergebnisse finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle

zum Vergleich der verschiedenen Härteskalen.

Halbwertschicht in cm	Wehnelt	Benoist	Walter	Benoist-Walter	Bauer	Beez	Sklerometer
0,2	1,7	1,—	—	—	1,1	1	—
0,4	3,2	3,—	4,—	3,—	2,2	2	—
0,6	4,8	4,—	5,—	3,—	3,2	2	33,5
0,8	6,2	4,—	5,—	4,—	4,1	3	55,5
1,0	7,5	5,—	6,—	5,—	5,0	3	78
1,2	8,8	6,—	7,—	5,—	5,8	4	100
1,4	9,8	7,—	8,—	6,—	6,5	5	122
1,6	10,6	8,—	8,—	—	7,1	—	144,5
1,8	11,3	8,—	—	—	7,5	—	167
2,0	11,9	9,—	—	—	7,9	—	189

Ebenso kommen sie durch das Schema Fig. 1 (siehe Seite 250) und durch die Graphik Fig. 2 (siehe Seite 251) zur Darstellung. Letztere ist am übersichtlichsten für denjenigen, welcher mit dem Gebrauch von graphischen Darstellungen vertraut ist. Wer der analytisch-geometrischen Darstellung abhold ist, mag sich an die Tabelle oder an das Schema halten. Ich hoffe aber zuversichtlich, die Zeit sei nicht mehr allzufern, wo die arbiträren Skalen werden verschwunden sein zum Wohle der Wissenschaft, der Technik und ihrer beider Jünger.

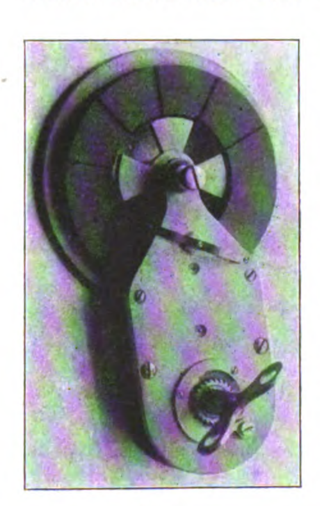


Fig. 3.

Die eben beschriebene Methode ist nun allerdings ausgeführt worden mit Umgehung der Halbwertscheibe, welche einen integrierenden Bestandteil des absoluten Härtemessers ausmacht. Andererseits sind die Vergleichswerte von G. Schatz mit dem absoluten Härtemesser bestimmt worden, also mit Benützung der Halbwertscheibe. Sie stimmen, wie bereits erwähnt, mit den neuesten Vergleichsversuchen gut überein.

Um aber meiner Sache ganz sicher zu sein, habe ich noch ein neues Intrument entworfen und von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. ausführen lassen. Klingelfuß hat mit Recht an dem absoluten Härtemesser getadelt, daß er keine photographische Festlegung des Härtegrades gestatte. Das neue Modell dient nun der photographischen Bestimmung der Halbwertschicht. Das Instrument wird durch Fig. 3 dargestellt. Es besteht aus folgenden Teilen:

Eine Bakelittreppe[1]) ist kreisförmig angeordnet, um eine drehbare Scheibe, die vier Zähne und vier gleichgroße Ausschnitte trägt. Wird diese Scheibe in Umdrehung versetzt, so gelangt genau die Hälfte der einfallenden Strahlung auf die darunter gelegte photographische Platte. Es entsteht also auf der Platte ein zentraler Kreis, dessen Schwärzung genau der Hälfte der einfallenden Röntgenenergie entspricht. Um diesen zentralen Kreis bilden sich die Bakelitstufen mit zunehmender Schwärzung ab. Dasjenige Feld, welches die gleiche Schwärzung zeigt, wie die zentrale Fläche, rührt von derjenigen Bakelitstufe her, deren Höhe gleich ist der gesuchten Halbwertschicht.

[1]) Der Bakelit ist ein synthetisches Harz, dessen Absorptionsvermögen mit demjenigen des Wassers übereinstimmt.

An der rotierenden Scheibe ist eine kleine Sperrfeder angebracht, die bei Beginn der Bestrahlung ausgelöst wird, damit im richtigen Augenblick die Rotation des Zahnrades einsetzt. Der übrige Teil des Apparates birgt ein Uhrwerk zum Antrieb der drehbaren Scheibe.

Die Resultate dieser Messung stimmen mit den vorgenannten überein.

Leider kann das Prinzip des drehenden Zahnrades für die optische Bestimmung der Halbwertschicht nicht Verwendung finden. Denn das Zahnrad sowohl wie die Röntgenröhre sind periodische Systeme. Es kann also unter der kombinierten Wirkung beider nicht eine gleichmäßige Helligkeit, sondern es muß Interferenz auftreten. Man sieht auch tatsächlich auf dem dahinter gehaltenen Leuchtschirm die prächtigsten Interferenzfiguren, aber nicht die gleichmäßige Halbwertfläche, die zu diesem Versuche notwendig wäre.

Nachdem nun die Zuverlässigkeit des absoluten Härtemessers durch diese Versuche erhärtet ist, erhebt sich die Frage, woher denn die abweichenden Ergebnisse meiner früheren Veröffentlichungen herrühren konnten. Daß andere Skalen unzuverlässig sein dürften, geht z. B. aus dem hervor, was kürzlich Klingelfuß geschrieben hat in seiner Abhandlung „Das Sklerometer usw.“ [1]), wo er auf S. 809 wörtlich folgendes sagt:

„Bei dieser Gelegenheit sei auch auf die große Willkürlichkeit mancher Härteskalen hingewiesen, die das leidige Durcheinander in den Härteangaben noch vermehren. So hatte die Wehneltskala früher eine andere Einteilung als heute. Dem alten Härtegrad 2 entspricht an der neuen Skala der Wert 6, dem alten Wert 6 entspricht der neue Wert 7. dem alten Wert 8 entspricht der neue Wert 10. Wer also Angaben nach dieser Skala macht, muß sagen, ob sie für die alte oder neue Skala gelten. Auch Walter scheint seine BW-Skala seit einiger Zeit abgeändert zu haben. Hierbei sind allerdings die Abweichungen nicht so erheblich.“

Ich selbst möchte keine Lanze in den Streit über die Schuld der einen oder anderen Skala tragen. Dagegen muß folgendes festgestellt werden: Alle arbiträren Skalen sind grundsätzlich unkontrollierbar. Man kann allerdings z. B. eine derartige Skala vom Jahre 1908 und eine neu hergestellte vom Jahre 1914 miteinander vergleichen und feststellen, ob die Angaben noch die gleichen sind. Aber wer eine solche Skala neu geliefert bekommt, ist außerstande zu entscheiden, ob z. B. die Skalenzahl 6 die richtige „Härte 6“ anzeigt. Denn was bedeutet hier 6? Wie definiert man Wehnelt 6? Nun, diese Zahl 6 hat physikalisch gar keine Bedeutung, es ist einfach eine arbiträre Zahl, die vielleicht aus technischen Gründen ganz praktisch gewählt ist.

Wenn aber ein Instrument vorliegt, das nach dem absoluten Maß der Halbwertschicht geteilt ist, d. h. welches angibt, wie viel Zentimeter Wasser notwendig sind, um von der gegebenen Strahlung gerade die Hälfte zu absorbieren, dann kann jeder Käufer die Angaben des Instrumentes ohne weiteres kontrollieren. Sagt ihm z. B. das Instrument, von einer Röhre gehe eine 8 mm-Strahlung aus, so braucht er bloß eine photographische Platte zur Hälfte mit 8 mm Wasser (oder Bakelit oder einem andern gleich stark absorbierenden Material) zu bedecken und hernach die bedeckte Hälfte doppelt so lang zu bestrahlen, wie die unbedeckte: Es müssen dann beide Hälften gleich dunkel erscheinen.

Hieraus kann logischerweise nur eine einzige Folgerung gezogen werden: Alle Härteskalen, welche Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben wollen, müssen nach Halbwertschichten teilbar sein.

Ist man z. B. im Zweifel, ob der Wehneltkeil auch für aluminiumfiltrierte Strahlen richtige Werte anzeige, so teilt man den Wehneltkeil nach Halbwertschichten unter Benützung unfiltrierter Strahlen und kontrolliert ihn nachher mit gefilterten Strahlen. Ergeben sich nach wie vor die gleichen Resultate, so hat die Alminiumfiltrierung keinen Einfluß auf die Angaben des Wehneltkeiles; wo nicht, so besteht ein solcher Einfluß.

---

[1]) Strahlentherapie, Bd. III, H. 2.

Schema (Fig. 1)
zum Vergleich der verschiedenen Härteskalen.

Wehnelt: 12 — 11 — 10 — 9 — 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2

Halbwertschicht: 2,0 — 1,8 — 1,6 — 1,4 — 1,2 — 1,0 — 0,8 — 0,6 — 0,4 — 0,2

Beez: 5 — 4 — 3 — 2 — 1

Walter: 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3

Halbwertschicht: 2,0 — 1,8 — 1,6 — 1,4 — 1,2 — 1,0 — 0,8 — 0,6 — 0,4 — 0,2

Benoist: 9 — 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1

Benoist-Walter: 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1

Halbwertschicht: 2,0 — 1,8 — 1,6 — 1,4 — 1,2 — 1,0 — 0,8 — 0,6 — 0,4 — 0,2

Bauer: 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1

Sklerometer: 190 — 180 — 170 — 160 — 150 — 140 — 130 — 120 — 110 — 100 — 90 — 80 — 70 — 60 — 50 — 40 — 30

Halbwertschicht: 2,0 — 1,8 — 1,6 — 1,4 — 1,2 — 1,0 — 0,8 — 0,6 — 0,4 — 0,2

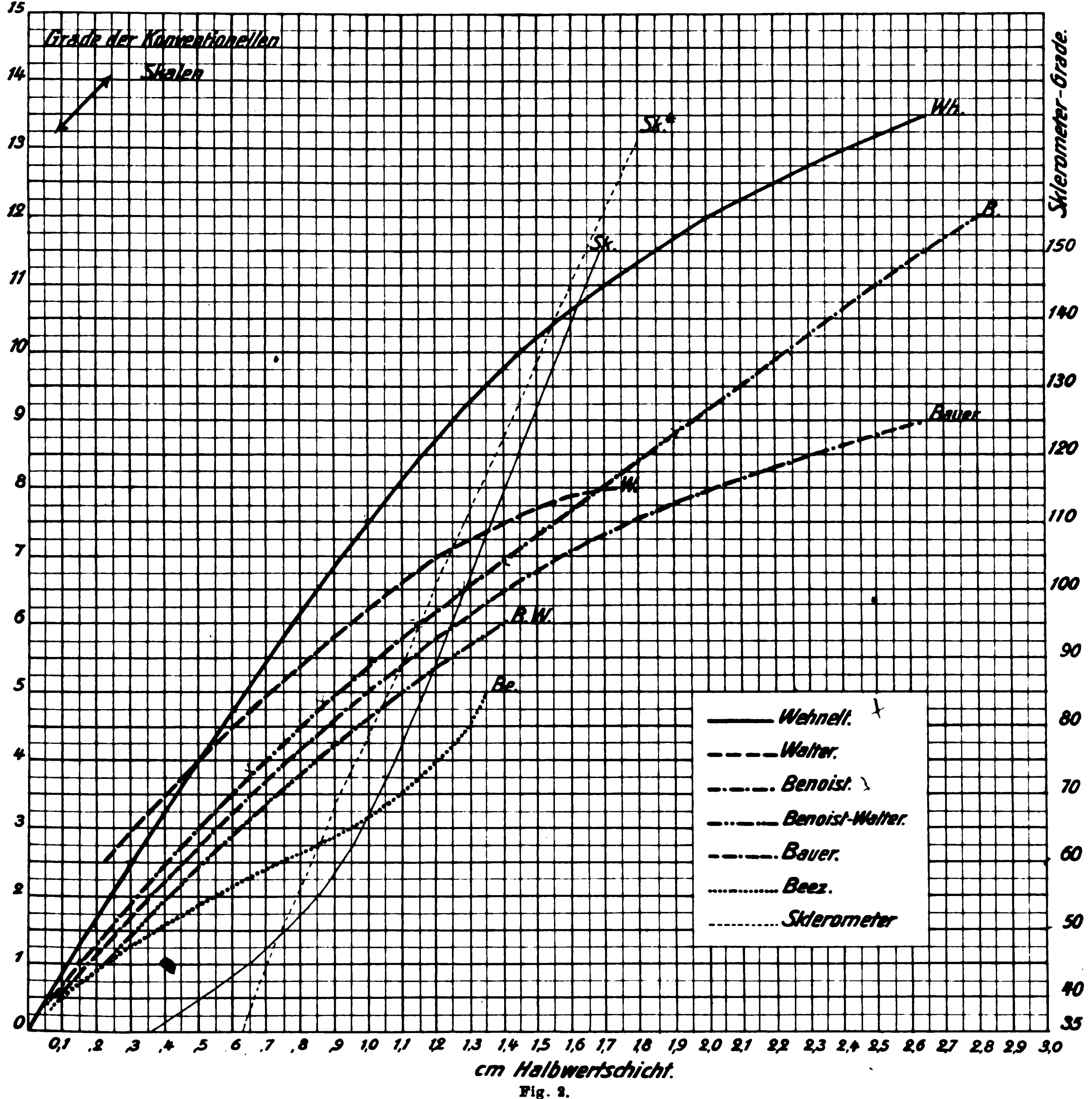


Fig. 2.

„Die Messungen, welche dieser Graphik zugrunde liegen, sind von der Reiniger, Gebbert & Schall ausgeführt und die photographischen Platten sind mir vorgelegt worden." „Dabei ist allerdings für die Sklerometerkurve (Sk) eine ältere Vergleichstabelle zwischen Sklerometergrad und Benoist-Skala verwendet worden. Dafür habe ich aber außerdem noch die der neuesten Veröffentlichung von Klingelfuß entsprechende Kurve eingetragen und mit Sk* bezeichnet. Der Unterschied zwischen beiden Kurven ist übrigens unbedeutend."

Der erste Fabrikant, der den Mut gehabt hat, die Teilung seines Instrumentes nach Halbwertsschichten durchzuführen, war Klingelfuß[1]) (a. a. O., S. 830). Wer bisher im Zweifel war über die Anwendbarkeit des Sklerometers auf alle Induktorien und auf alle Röhren, braucht in Zukunft nur nachzuprüfen, ob die Angaben des nach Halbwertsschichten geteilten Sklerometers mit den wirklichen Halbwertsschichten stimmen.

Klingelfuß hat auch eine Schwäche des Sklerometers richtig erkannt, darin bestehend, daß seine Angaben sich nur auf die ungefilterte Strahlung beziehen können. Nun hat aber

[1]) Seither hat auch die Siemens & Halske A. G. ihr „Universalionometer" nach Halbwertschichten geteilt.

Klingelfuß neuerdings eine Tabelle veröffentlicht (a. a. O., S. 833), aus welcher für verschiedene Aluminiumdicken der Zusammenhang zwischen Sklerometergrad und Halbwertsschicht ablesbar ist.

In einem Punkte allerdings kann ich mit Klingelfuß nicht ganz einig gehen, nämlich wenn er sich darüber beklagt, daß ich der Sklerometerskala das Recht auf die Bezeichnung einer absoluten Messung abgesprochen habe. Das ist so zu verstehen: Willkürlich ist zunächst sicherlich der Reduktionsfaktor, d. h. das Verhältnis zwischen der Spannung der gedämpften Welle und der Sklerometerzahl, das Klingelfuß ein für allemal auf 227 Volt festgesetzt hat, (Der Sklerometergrad 100 entspricht einer Spannung der gedämpften Welle von 22700 Volt.) Diese willkürliche Annahme von 227 Volt führte zwar auf eine praktisch bequeme Zahlenreihe, aber irgendwelche physikalische Berechtigung hat diese Zahl 227 nicht. Außerdem sind verschiedene Autoren über die Höhe der Sekundärspannungen bestimmter Härtegrade nicht einig. So entspricht z. B. der Härtegrad B. 5, nach Bergonié einer Sekundärspannung von 30000 Volt, nach Klingelfuß 14000 Volt.

Für die Zuverlässigkeit und praktische Brauchbarkeit des Sklerometers hat dies natürlich nichts auf sich, solange nur das Sklerometer unter allen Umständen, d. h. an jedem Apparate, bei jeder Einstellung desselben, mit jeder Antikathode (Platin, Wolfram usw.) und bei verschiedener Kapazität der Elektroden die angegebene Halbwertschicht richtig anzeigt.

Auch die übrigen Fabrikanten von Härteskalen werden sich über kurz oder lang entschließen müssen, die Teilung ihrer Instrumente nach Halbwertschichten auszuführen. Nicht nur deshalb, weil die Röntgenologen sich in absehbarer Zeit die bisherige Konfusion[1]) einfach nicht mehr werden gefallen lassen, sondern hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Teilbarkeit einer Skala nach Halbwertschichten ein untrügliches Kriterium für ihre Zuverlässigkeit ist. Man versuche einmal eine parallele Funkenstreke nach Halbwertschichten zu teilen und sie dann unter verschiedenen Betriebsbedingungen zu verwenden: man wird die größten Abweichungen feststellen.

Wenn also in Zukunft ein Fabrikant sich weigert, seine Härteskala nach Halbwertschichten zu teilen, so stellt er ihrer Zuverlässigkeit kein gutes Zeugnis aus.

Wie gerne tadeln wir die Engländer, die sich von ihrem altmodischen komplizierten Maßsystemen nicht trennen können, und wie stolz sind wir auf die Idee, den Kubikzentimeter Wasser als Gewichtseinheit gewählt zu haben! Aber in der Messung der Röntgenqualität treiben wir es viel schlimmer: So viele Gewichtssätze, wie wir Härteskalen, haben selbst die Engländer nicht. Und doch ist die Halbwertschicht destillierten Wassers, gemessen in Zentimetern, ein ebenso wohl definiertes Maß für das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen, wie der Kubikzentimeter destillierten Wassers für das Gewicht.

Bis hierüber vollständige Klarheit herrscht, werden wir uns mit dem buntscheckigen Gemisch der bisherigen arbiträren Härteskalen wohl noch einige Zeit herumplagen müssen, wie in England mit yard und ounce. Solange dieser Zopf nicht endgültig abgeschnitten ist, sind leider auch Umrechnungsschemata unentbehrlich. Als solchen Notbehelf habe ich für die Übergangszeit die oben erwähnten Umrechnungen hier veröffentlicht.

Zum Schlusse möchte ich die Bitte aussprechen, daß man die Härtegrade, ausgedrückt in Halbwertschichten, nicht „Christen-Skala" nennen und mit C bezeichnen soll, wie dies bereits mehrfach geschehen ist. Es handelt sich durchaus nicht etwa um eine neue Skala, die nun gerade der persönlichen Liebhaberei des Herrn Christen eine bestimmte Numerierung verdankt, sondern um die Einführung einer physikalisch wohl definierten Maßeinheit; die uns bisher gefehlt hatte. Wenn also z. B. eine gegebene Strahlung in einer Wasserschicht von 1,5 cm auf die Hälfte ihrer Intensität reduziert wird, so ist sie eine „1,5 cm-Strahlung",

[1]) Ich stimme Klingelfuß aus vollem Herzen bei, wenn er (a. a. O. S. 809) sagt: „Das Lesen von Literaturstellen mit Härteangaben ist zurzeit mit wenigen löblichen Ausnahmen eine wahre Qual."

ihr Härtegrad entspricht einer Halbwertschicht von 1,5 cm, nicht aber der „Nummer 1,5 der Christen-Skala“.

Hätte ich mit der absoluten Härtemessung nur eine „neue Skala“ in die Röntgentechnik eingeführt, so wäre dies wahrhaftig kein Verdienst, denn an verschiedenen Härteskalen besteht zurzeit kein Mangel. Wenn ich aber dazu beitragen kann, in das bisherige Chaos Ordnung und Einheit zu bringen, so ist der Zweck meiner diesbezüglichen Bemühungen erfüllt.

Correspondenzen[1]).

Das Museum der Deutschen Röntgengesellschaft.

Seit dem 23. IV. 1911 besitzt die Deutsche Röntgengesellschaft ein Museum, das in den Räumen der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen untergebracht ist. Ein schlichtes Bild zeigt uns den Moment, in welchem Walter, der damalige Präsident der Deutschen Röntgengesellschaft, in Gegenwart der Herren Albers-Schönberg, Gocht, Gräßner, Grashey, Immelmann, Alban Köhler, Holzknecht, Bourwig, Rieder und Heinz Bauer den Museumsraum von dem Subdirektor der Kaiser-Wilhelms-Akademie, Herrn Generalarzt Dr. Keitel, übernimmt.

Der Historie soll diese Stätte dienen. Sie soll uns veranschaulichen, aus welchen Anfängen die Röntgenwissenschaft sich entwickelt hat, sie soll uns ein Bild gewähren über den Ausgangspunkt, den die heutige Röntgentechnik genommen hat, sie soll uns aber auch zeigen, was der gegenwärtige Stand unserer Disziplin bedeutet. Es war daher der Wunsch der Gründer gewesen, daß in dem Museum alles Aufstellung finde, was einerseits von historischem Wert ist, was aber andererseits auch in klinisch-diagnostischer Beziehung als Seltenheit zu bezeichnen ist, daß weiterhin die Technik durch Originale oder Modelle Vergangenheit und Gegenwart vor unseren Augen lebendig werden läßt. Die Fortschritte, welche heute die Therapie aufweist, sollten sich in einer großen Moulagensammlung kundgeben. Schließlich sollte auch noch das Museum persönlichen Erinnerungen dienen. Diejenigen um die Ausgestaltung der Röntgenwissenschaft hochverdienten Kollegen, die das Vertrauen der Deutschen Röntgengesellschaft durch Wahl zum Präsidenten an ihre Spitze stellte, sollten durch Aufhängen ihres Bildes geehrt werden.

Die Fortentwicklung des Museums ist nach sehr schönen Anfängen nun leider keine stetige geblieben. So war es z. B. nicht möglich zu erreichen, daß analog den Vorträgen auf dem Röntgenkongreß, die im Kongreßbericht erscheinen, auch die da projezierten Diapositive dem Museum überwiesen wurden. Über Stereoskopie und Kinematographie enthält das Museum nicht einen einzigen Beitrag, die moderne Karzinomtherapie ist durch keine Moulage vertreten, die Apparate für Tiefenbestrahlung sind weder im Modell noch im Original vorhanden, selbst die Rohrfabrikate fehlen nach dieser Hinsicht völlig. Weiterhin wäre es doch wünschenswert, daß eine große Sammlung von jeder Untersuchungsmethode nun einmal anhaftenden Beobachtungsfehlern durch starke Beteiligung sämtlicher Kollegen zustande käme, so daß sich die Allgemeinheit hier ihre Informationen über Spezialfälle einholen könnte.

Es sei daher an alle Kollegen, sowie an die Fabrikanten und Techniker die Aufforderung gerichtet, das Museum in umfangreicher Weise durch Beiträge zu unterstützen. Der außerordentlich starke Besuch des Museums beim Jubiläumskongreß gab einen Beleg dafür, daß un-

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg, zu richten.



endlich vieles für den Beschauer ein großes Interesse hat, das a priori gar nicht so hoch bewertet wurde. Auch ist es ohne rechte Mitwirkung sämtlicher Kollegen gar nicht möglich Gegenstände von größerem historischem Wert dem Museum zuzuführen. Sollte es z. B. den süddeutschen Kollegen nicht mühelos gelingen, die berühmte Handaufnahme Köllikers, die Röntgen in der Sitzung der physikalisch-medizinischen Gesellschaft am 23. Januar 1896 in Würzburg anfertigte, noch zu ermitteln und ihr im Museum eine würdige Stätte zu bereiten? Oder könnten die Hamburger Freunde unserer Bestrebung es nicht veranlassen, daß die Originalplatte von Reiches pilzartigem Vorsprung an der kleinen Magenkurvatur, von der aus doch die ganze bedeutsame Nischenfrage ihren Ausgang nahm, im Museum Aufstellung findet? Wer sich mit der Geschichte unserer Disziplin befaßt, der weiß, wie außerordentlich groß die Schwierigkeiten einer richtigen Darstellung heute schon sind, wo wir doch noch fast alles selbst miterlebt und die Mehrzahl von uns noch die Zeit vor der Röntgenära im ärztlichen Beruf gekannt haben. Um wieviel schwieriger wird sich die Gestaltung der Geschichte der Röntgenwissenschaft in späterer Zeit ermöglichen lassen! Darum die Aufforderung zur Mitarbeit an alle beteiligten Kreise. Die Disziplin, welche den Sinn für ihre Historie pflegt, ehrt sich selbst.

Otto Strauß (Berlin).

Minimaltarif für ärztliche Untersuchungen mittels Röntgenstrahlen.

(Festgesetzt auf dem X. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft 1914.)

A. Untersuchungen mittels Röntgenographie.

Berechnung:

1. nach der Größe der verwandten Platten bzw. Films,

für eine Platte, Größe	9 × 12	M. 4
„ „ „ „	13 × 18	„ 5
„ „ „ „	18 × 24	„ 8
„ „ „ „	24 × 30	„ 10
„ „ „ „	30 × 40	„ 12
„ „ „ „	40 × 50	„ 15

2. nach den aufzunehmenden Körperteilen:

a) einzelne Finger oder Zehen	M. 4
b) Mittelhand, Mittelfuß, ein bestimmter Teil des Gebisses	„ 5
c) Hand, Fuß, Vorderarm, Ellbogen, Oberarm, Unterschenkel, Oberschenkel	„ 8
d) Schulter, Knie, Hüfte, eine bestimmte Wirbelsäulenpartie	„ 10
e) Kopf, größerer Teil des Thorax, Beckens oder Harntraktus	„ 12
f) ein Teil des Verdauungstraktus, Thorax	„ 15

Für jede weitere Aufnahme bei derselben Untersuchung sind 50 % dieser Preise zu entrichten.

Falls im Einzelfalle außergewöhnliche Schwierigkeiten (Fernaufnahmen, Verstärkungsschirm usw.) vorliegen, soll die betreffende Kasse benachrichtigt und ein besonderer, höherer Preis vereinbart werden.

Für Kopien oder Skizzen von Platten bis zur Größe von 18 × 24 sind M. 2, für größere Kopien resp. Skizzen M. 4 zu zahlen. Die Platten selbst gehören dem aufnehmenden Röntgenologen.

Die Mitteilung der Diagnose an die Kasse oder den behandelnden Arzt ist in den Preisen mit einbegriffen und soll nur dann besonders berechnet werden, wenn damit besondere Mühewaltungen verbunden sind.

Für eine einmalige einfache Durchleuchtung sind M. 5, für wiederholte oder schwierigere Durchleuchtungen (z. B. unter Anwendung von Medikamenten, komplizierten Apparaten u. dgl.) M. 10 zu zahlen.

NB. Die Kosten für ev. zur Röntgenuntersuchung notwendige Medikamente usw. sind in obigem Preise nicht mit einbegriffen.

B. Therapeutische Bestrahlungen.

1. Für Applikation einer Volldosis (à 10 X) in der Oberflächentherapie M. 5
   (für jede einzelne Sitzung aber mindestens) . . . . „ 3
2. Die Honorare für die Tiefentherapie unterliegen der Vereinbarung von Fall zu Fall.

NB. Es wird empfohlen, als Einheitsmaß die „Filterdosis“ = 10 X unter einem 1 mm starken Aluminiumfilter auf einen Hautbezirk projiziert, zugrunde zu legen.

Es dürfte von großem wissenschaftlichen und praktischen Interesse sein, festzustellen, ob eine längere Beschäftigung im Röntgen-Laboratorium Sterilität zur Folge haben kann, und zwar bei Frauen trotz erhaltener Menstruation, bei Männern trotz erhaltener Beweglichkeit der Spermatozoen.

Um ein einigermaßen sicheres Urteil darüber zu gewinnen, wäre es nötig, zunächst einmal folgende drei Punkte festzustellen:

1. Sind die Ehen der Röntgenologen meist oder immer kinderlos?
2. Sind die Ehen der Ärzte, welche sich erst längere Zeit nach ihrer Verheiratung mit Röntgentherapie und besonders mit Röntgendiagnostik beschäftigt haben, erst von diesem Zeitpunkt an meist oder immer kinderlos?
3. Sind die Ehen der Frauen, welche längere Zeit (1—2 Jahre oder länger) als Röntgenassistenten tätig gewesen sind, meist oder immer kinderlos?

Des weiteren wären natürlich Angaben darüber erwünscht, ob bei Männern bewegliche Spermatozoen vorhanden sind, und ob bei Frauen die Menstruation keine Unregelmäßigkeiten zeigt.

Ich richte daher an alle in Betracht kommenden Personen: Röntgenärzte, Röntgentechniker, Röntgenschwestern die Bitte, diesbezügliche Mitteilungen an mich gelangen zu lassen, die ich für eine Statistik — selbstverständlich ohne Namensnennung — verwerten möchte.

Bei der großen praktischen Bedeutung der Frage wäre es sehr erfreulich, wenn ich recht zahlreiche und recht ausführliche Antworten erhalten würde.

Ich hoffe, daß bei unseren modernen Anschauungen keine falsche Prüderie der Aufklärung der vorhandenen Zweifel hinderlich sein wird!

16. V. 1914. **Dr. H. E. Schmidt.**
Berlin W, Kleiststraße 13.

Bücherbesprechungen.

M. Faulhaber: **Die Röntgendiagnose der Magenkrankheiten.** Separat-Abdruck aus Albus Sammlung zwangloser Abhandlungen aus dem Gebiet der Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten. II. Auflage. Band IV. Heft 1.

Nach einigen kurzen technischen Vorbemerkungen, aus welchen die Empfehlung des Merckschen Barium sulfur. purissimum für Röntgenuntersuchungen interessiert, wird der Besprechung der normalen Magenform ein breiter Raum gewährt. Angelhaken oder Stierhornform sind abhängig von dem Thoraxtypus des Individuums soweit nicht tonische Einflüsse bei ein und demselben Menschen uns den Übergang der beiden Formen zeigen. Die Motilität wird geprüft durch Schirmbeobachtung und Kontrolle der Austreibungszeit, welche Verf. mit Haudeck mit maximal 6 Stunden annimmt. Das Charakteristische der Ptose ist in folgenden 4 Punkten gegeben: 1. Tiefstand des Magensacks. 2. Pyloroptose. 3. Verlängerung des Magens bei gleichzeitigem 4. Erhaltenbleiben des normalen Fassungsraumes. In die unter den Begriff der Atonie zusammengefaßten pathologischen Vorgänge der Magenfunktion haben erst die Stillerschen Untersuchungen von der Schädigung der peristolischen Funktion Klarheit gebracht. Der normal tonische Magen ist stets um seinen Inhalt kontrahiert, so daß schon 30 ccm. Wismutmahlzeit ausreichend sind, um das Flüssigkeitsniveau in die Nähe der linken Zwerchfellkuppe zu bringen. Diese Fähigkeit des Organs, sich den jeweiligen Füllungszuständen anzupassen (Peristole) ist dem atonischen



Magen verloren gegangen. Sekundär führt die Atonie leicht und oft zur Ptose und Ektasie, ohne daß dagegen die letztgenannten Formveränderungen als Voraussetzungen eine Atonie haben müßten. Streng von den Störungln der Peristole zu scheiden ist die motorische Insuffiziens mit ihrem Charakteristikum, der verlängerten Austreibungszeit. Eine eingehende Besprechung hat das Kapitel Gastrektasie gefunden. Der Verf. hält streng an der Auffassung fest, daß es zum Zustandekommen einer Gastrektasie stets einer Pylorusveränderung im Sinne einer Pylorusstenose bedarf. Größenzunahme des Organs, Stauungsinsuffizienz, die sichtbare pathologische Peristaltik sind die Kardinalsymptome der Gastrektasie bei der Röntgenographie. Die breite Intermediärschicht bei auffallend kleiner Luftblase vervollständigen das Bild. Ganz besonderes Interesse darf der Abschnitt über das Ulcus ventriculi beanspruchen nicht zum mindesten deshalb, weil der Autor in den Grenzen des röntgenologisch Nachweisbaren zugleich die Indikationsstellung des therapeutischen Handelns sieht. Damit daß unbestritten durch die Röntgenuntersuchung nicht jedes Ulkus nachgewiesen werden kann, sondern in Fällen von nur oberflächlicher Geschwürsbildung dessen Vorhandensein nur durch indirekte Zeichen in die Erscheinung tritt, möchte Verf. auch die Grenze gezogen wissen zwischen dem noch intern oder schon chirurgisch zu behandelnden Fall. Gibt ein Geschwür einen deutlichen Röntgenbefund, so ist die Therapie eine chirurgische. Noch eindeutiger liegen die Verhältnisse beim kallösen (perforierenden) Ulkus, das durch den charakteristischen Befund der Haudekschen Nische nicht dem Nachweis entgehen kann. Ihm zur Seite zu stellen ist die zuerst vom Verf. angegebene und erklärte Sanduhrtorm als sogenannte persistierende Sanduhr beim Ulcus callosum der kleinen Kurvatur. Die Bilder des penetrierenden Ulkus mit Luftblase sind hinreichend bekannt und bedürfen hier nur der Erwähnung. Zusammenfassend wird dem Sanduhrmagen noch ein besonderes Kapitel gewidmet, da Verf. mit Recht den Widerspruch zwischen der Seltenheit dieses Befundes in der Ära vor Röntgen und der jetzigen Häufigkeit des Röntgennachweises hervorhebt. Scheinbare Sanduhrformen werden durch extraventrikulär angreifende Vorgänge bedingt, wie Tumoren, Verwachsungen, Schnüren, Kolonluftblase; dem gegenüber steht der funktionelle Sanduhrmagen, der seinerseits wieder intermittierend (Tabes, oberflächliches Ulkus) oder persistierend (Ulkusnarbe, Karzinom) sein kann. Die Differentialdiagnose dieser Formen wird eingehend erörtert. — Den breitesten Raum der Monographie nimmt das letzte Kapitel über das Magenkarzinom ein. Der Magenkrebs, wie überhaupt die bösartige Geschwulst des Magens wächst als Tumor in das Lumen hinein oder sie verbreitert sich bei der infiltrierenden Form in der Magenwand mit Neigung zu Schrumpfung. Das gibt auch das Röntgenbild wieder, das immer durch die Schirmbeobachtung zu vervollständigen ist. Das Pyloruskarzinom liefert die bekannten Bilder des abgeschnittenen Pylorusteils oder des Karzinomzapfens bei im allgemeinen nur wenig vergrößerten Magen. Schwierigkeiten entstehen nur dann, wenn es sich um ein meist skirrhöses Karzinom auf dem Boden einer alten Ulkusnarbe handelt, da hier schon vom Ulkus her eine erhebliche Dilatation besteht und die Kontrastmahlzeit meist nicht bis an den Pylorus heranreicht, woran auch die Aufnahme in rechter Seitenlage nicht viel zu bessern vermochte. In solchen Fällen hat sich dem Verf. gut bewährt, den Magen in Beckenhochlagerung zu entleeren, wobei der Tonus des Magens sich hinreichend wieder herstellte, um auch den Pylorus röntgenographisch zur Darstellung zu bringen. Karzinome des Mittelteils sind in der Regel leicht zu diagnostizieren. Beim Krebs der Kardia hilft oft eine Aufblähung mit CO_2, falls nicht die Unregelmäßigkeit der Luftblase ohnedies schon die Diagnose stellen läßt. Eine Kombination der erwähnten Formen stellen die Tumoren dar, welche einen großen Teil des Magens einnehmen und zum Bilde des karzinomatösen Schrumpfmagens führen.

Am Schlusse der erschöpfend die röntgenologische Magendiagnostik darstellenden Monographie widmet Verf. der Bedeutung dieser Methode noch einige beherzigenswerte Bemerkungen, die Referent nur durchaus befürworten kann, denn die Radiologie will und kann nicht die ausschlaggebende Untersuchungsmethode bei Magenerkrankungen sein, aber ein längere Zeit Magenkranker, der nicht auch röntgenographiert ist, ist nicht vollkommen untersucht und die Hauptbedeutung der Röntgenbeobachtung liegt darin, daß sie oft noch da weiterhilft, wo die althergebrachten Methoden im Stiche lassen. Sie gibt nicht selten Aufschluß über die ungeahnte Ausdehnung eines Prozesses, die — negativer Palpationsbefund vorausgesetzt — keine klinische Methode liefert, sie weist uns damit den Weg unseres therapeutischen Handelns und gleichzeitig die Grenzen des chirurgischen Eingreifens schon vor einer eventuellen Probelaparotomie. E. Hayward (Berlin).

Karl Walko: **Die spastischen Erkrankungen des Verdauungskanals.** Sammlung zwangl. Abhandlungen a. d. Geb. d. Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten. V. Band. Heft 3. Verlag Carl Marhold, Halle 1914.

Wenn es auch vielleicht auf den ersten Blick wundernimmt, daß diese rein in das Gebiet der Verdauungsorgane schlagende Arbeit in einem eingehenden Referat gewürdigt worden ist, so berechtigt wohl hierzu die Tatsache, daß gerade die Röntgenuntersuchungen dazu beitrugen, uns auf diesem Ge-



biete um ein beträchtliches Stück vorwärts und weiter zu bringen. — Der Verfasser ist sich dabei, wie er sich in seiner Einleitung ausdrückt, vollbewußt, daß er „die spastischen Erkrankungen der Verdauungsorgane" nicht als „selbständige Krankheiten" schildern will und kann, sondern daß er es hier nur mit „Erscheinungsformen", mit „Symptomen" von gastrointestinalen und anderen lokalen oder allgemeinen Erkrankungen" zu tun hat. Es ist dies eine Tatsache, die nicht oft genug betont und wiederholt werden kann. — W. vertritt die Ansicht, daß die normale Verdauungsarbeit an einen „steten Innervationstonus" gebunden ist. Zwei antagonistische Nervengeflechte beherrschen dabei die Verdauungstätigkeit, ein autonomes in den Organen selbst liegendes und das sympathische, aus deren „geregeltem Ineinandergreifen ein Gleichgewichtszustand der Organfunktionen resultiere." —

Der Reihe nach werden von W. die einzelnen Organe des Verdauungstraktus besprochen. Er beginnt mit dem Ösophagus. Nach einigen physiologischen Vorbemerkungen behandelt er den Ösophagospasmus und den ihm analogen Kardiospasmus. — Verfasser betont hier in Sonderheit, daß es die Röntgenuntersuchung sei, welche bei Beobachtung in verschiedenen Stellungen einen genauen Aufschluß über das Verhalten der Motilität usw. ergibt. — Bei der spastischen Dysphagie z. B. findet man den Ösophagus in seinem zervikalen Abschnitt enger bei verlangsamter Peristaltik. — Auch beim Kardiospasmus ist die Röntgenuntersuchung zurzeit die schonendste und am meisten gehandhabte Untersuchungsmethode, bei der stets Kontrolluntersuchungen unter Anwendung von Atropin (oder ähnlichem) vorzunehmen seien. — Ähnlich günstige Erfolge hat die Röntgenuntersuchung für den Ablauf der Magenbewegungen ergeben, so daß man heute diese Methode als wertvolle Ergänzung der bestehenden für eine schnelle Orientierung und präzise Diagnose nicht mehr entbehren kann. — Neben der einfachen Hypermotilität bespricht W. die Hypertonie — den Gastrospasmus, lokale Zirkulärspasmen, den spastischen Sanduhrmagen, die Spasmen der Längsmuskelfasern des Magens, den Pylorospasmus und die spastische Pylorusstenose. — Zum Schluß kommt er zum Darm, wo er zunächst lokale Darmspasmen, Kolonspasmen, die spastische Obstipation, spastische Diarrhoe und schließlich in einem kurzen Endabschnitt den Proktospasmus bespricht. — W. vertritt dabei die ausdrückliche Ansicht, daß das Auftreten von Spasmen auf rein funktioneller Basis möglich ist und nicht hinter jedem Spasmus eine Kolitis gesucht werden darf, obgleich auf der andern Seite die verschiedenen Formen der Kolitis mit spastischen Zuständen am Darm und spastischer Obstipation vergesellschaftet erscheinen können.

Der Arbeit ist ein eingehendes nach den verschiedenen Organen und spastischen Formen geordnetes Literaturverzeichnis beigegeben. Hörder (Godesberg).

Brauer, Schroeder und Blumenfeld: **Handbuch der Tuberkulose** in 5 Bänden. Bd. 1. Lorey: **Das Röntgenverfahren bei der Lungentuberkulose.**

Das Röntgenverfahren gibt im Gegensatze zu den übrigen physikalischen Untersuchungsmethoden Aufschluß auch über die krankhaften Prozesse in der Thoraxtiefe, also über die Vorgänge an der Lungenwurzel und am Hilus, sagt aber nichts über das Spezifische der Erkrankung, über Ätiologie und Histologie, sondern nur über Sitz, Größe, Beschaffenheit, auch über Konsistenz der kranken Herde in Form eines Schattenbildes, daher darf aus dem Röntgenbefund allein nie eine Diagnose gestellt werden. Das Instrumentarium wird eingehend besprochen, auch der Stereoskopie mit Recht das Wort geredet. Verfasser hat für letzteres Verfahren ein eigenes Modell (Modifikation des von Haenisch beschriebenen Apparates) angegeben und in Band XX dieser Zeitschrift ausführlich geschildert. — Die Röntgenuntersuchung des Thorax beginnt mit der Durchleuchtung bei weicher Röhre, um die Lunge in der Bewegung studieren zu können, wobei ein Hauptaugenmerk auf das Zwerchfell zu richten ist. Dem Williamschen Phänomen mißt Verf. keine Bedeutung für die Frühdiagnose der Lungentuberkulose bei. Bei der Durchleuchtung muß der Patient in verschiedenen Richtungen gedeckt werden, um die einzelnen Lungenpartien aus der Projektionsrichtung der etwaige Herde verdeckenden Skelettschatten herauszubringen; an die Durchleuchtung schließt sich eine Übersichtsaufnahme in dorsoventraler Richtung an, möglichst in einem Abstand von etwa 1 m, um die Projektionsverzeichnungen zu verringern; dann folgt eine Blendenaufnahme der Spitzengegend, einzeln oder beide Spitzen zusammen. Verstärkungsschirme lehnt Verf. bei Spitzenaufnahmen ab.

Bei den im folgenden Kapitel geschilderten Röntgenbefunden bei beginnender Lungentuberkulose warnt L. ebenso vor dem „Übersehen" einer solchen Erkrankung als auch vor allzu großer Ängstlichkeit in der Annahme dieses Leidens; nur die kritische Verwertung aller zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden und die klinische Beobachtung gibt Gewähr für einen sichern Schluß. Die Röntgenuntersuchung erstrecke sich nicht allein auf die Spitzen, sondern auch auf die zentralen Lungenpartien, den Hilus und dessen Umgebung; denn nicht nur beim Kind, auch beim Erwachsenen ist der Hilus häufig der Ausgangspunkt für die Infektion; Drüsenerkrankung ohne Beteiligung der Spitzen wird häufig, der umgekehrte Fall fast niemals gefunden; auch bei sogenannter einseitiger Erkrankung sind die Drüsen der andern Lungenwurzel fast regelmäßig erkrankt; beim Übergreifen des Prozesses auf die

bisher gesunde Lunge läßt sich die Ausbreitung vom Hilus aus röntgenographisch schön verfolgen. Weiterhin werden die verschiedenen Drüsen des Brustraumes hinsichtlich ihrer Anatomie, Lage und röntgenologischen Darstellungsmöglichkeit geschildert und Verwechslungsmöglichkeiten erwähnt und die verschiedenen Arten des Spitzenbefundes zum Teil nach Albers-Schönberg vorgetragen. — Bei fortgeschrittener Tuberkulose erhalten wir zwar keinen Aufschluß, ob gerade Tuberkulose vorliegt, doch über Ausdehnung und Fortschreiten des Prozesses, der sich fast immer ausgedehnter erweist, als nach der physikalischen Untersuchung zu erwarten wäre, ein klareres Bild als durch letztere; besonders bei Emphysem oder starrem Thorax zeigt sich dieser Umstand; auch der physikalischen Untersuchung entgangene Kavernen werden oft gefunden; es folgen nun die möglichen Befunde bei fortgeschrittener Tuberkulose. Bei der akuten Miliartuberkulose ist der charakteristische Befund die ganz gleichmäßige und dichte Aussaat kleiner Herdchen über die ganze Lunge, wobei sich aber nur die plattennahen Gebilde auf der Platte abbilden. Sehr charakteristisch zeigt sich der Pneumothorax auf dem Schirm sowohl wie auf der Platte; ein eigenes Kapitel ist dieser Erkrankung gewidmet. Bei der Pleuritis (im folgenden Abschnitte) sehen wir, wenn sie trocken ist, nur die Folgezustände: Verdichtungen Adhäsionen, Bewegungsstörungen des Zwerchfelles. Exsudate sind leicht zu erkennen; nur die beginnenden, im vorderen oder hinteren Pleurasinus gelegenen machen einigermaßen Schwierigkeiten, denen durch geeignete Röhrenstellung abgeholfen werden muß. Atypische Bilder kommen zustande, wenn vor dem Entstehen des Ergusses Verwachsungen bestanden haben; sie sind mitunter nicht ganz leicht zu deuten. Interlobäre Ergüsse bieten, wenn in ihrer Charakteristik einmal erkannt, der Diagnose keine Schwierigkeiten mehr. Pleuraschwarten in Form größerer zusammenhängender Schatten geben manchmal Anlaß zu Verwechslung mit Ergüssen.

Das Herz der Tuberkulösen ist oft steil gestellt und scheint der Unterstützung des tiefstehenden Zwerchfells zu entbehren (Tropfenherz); es kann durch Exsudate, Stränge u. dgl. Lageveränderungen erfahren; auch das Perikard kann ergriffen werden, wobei nur eine exsudative Perikarditis der Röntgendiagnose zugänglich ist; Verwachsungen des parietalen Herzbeutelblattes mit der Nachbarschaft sind erkennbar.

Der Thorax selbst erleidet bei der Lungentuberkulose gewisse Veränderungen, die im Röntgenbilde sichtbar werden; auch das Mediastinum, die Luftröhre und die Speiseröhre können bei schrumpfender Phthise Verlagerungen erfahren.

Die Abhandlung ist durch 45 Röntgenogramme und 8 Textfiguren erläutert.

F. Winkler (Ingolstadt).

Röntgen-Taschenbuch, V. Band. Herausgegeben von Prof. Dr. Ernst Sommer, Zürich. Leipzig 1913.

G. Holzknecht: **Zur Technik der Lungendurchleuchtung. Durchleuchtung mit rasch auf und ab bewegter Röhre.**

Bewegt man während der Schirmuntersuchung der Lungen die hinter dem Rücken des Kranken befindliche Röntgenröhre in kleinen Exkursionen um etwa 10 cm auf- und abwärts, so bemerkt man, daß Hilusschatten und Lungenzeichnung und damit natürlich auch pathologische Dichtigkeitsveränderungen viel deutlicher hervortreten, als dies bei ruhender Röhre der Fall ist. Die Durchleuchtung bei bewegter Röhre steht zwischen derjenigen mit ruhender und der guten photographischen Aufnahme. Die Ursache für dies Deutlicherwerden sieht Verf. einmal darin, daß bei ruhender Röhre ein Teil der fraglichen Details von Rippenschatten überdeckt ist, zweitens darin, daß ihre wiederholte Konstatierung mit geänderten Verhältnissen dazu dient, etwaige Zweifel zu beheben, drittens in dem Umstand, daß unser Auge Bewegtes besser aufzunehmen vermag, als Ruhendes.

G. v. Bergmann: **Die Röntgendiagnostik des Ulcus duodeni.**

Eine direkte Diagnose des Ulcus duodeni mittels des Röntgenverfahrens gelingt nur in den seltensten Fällen, das dazu notwendige „Nischensymptom“ findet sich nicht regelmäßig und wird oft genug durch Füllungen des Duodenum, die mit Ulkus nichts zu tun haben, vorgetäuscht. Dagegen bietet das Röntgenverfahren eine sehr wertvolle Unterstützung der klinischen Untersuchungsmethoden, weil mit seiner Hilfe geänderte Darmfunktionen diesseits und jenseits des Pylorus aufgedeckt werden. Selbstverständlich genügt nicht eine Plattenaufnahme, sondern genaue Untersuchungen unter Verwendung von Wismutbrei, Kapseln usw. sind notwendig.

H. E. Schmidt: **Zur Fernwirkung der Röntgenstrahlen auf die männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen.**

Der Verfasser unterscheidet zwischen 1. direkter Einwirkung der Strahlen aus großer Entfernung, 2. indirekter Einwirkung durch Toxine, die in dem bestrahlten Gewebe entstehen, in den Kreislauf über-

gehen und an ganz entfernt liegenden Organen Effekte hervorrufen, die denen im direkt bestrahlten Gewebe gleichen, nur erheblich schwächer sind. Für beide Möglichkeiten wird je ein Fall geschildert.

Wiens.

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

Sitzung vom 27. III. 1914. Referent: Immelmann.

(Originalbericht.)

Die Tiefentherapie mit dem Hochspannungsgleichrichter.

a) Mosenthal-Berlin: Der liebenswürdigen Aufforderung des Herrn Schriftführers, Ihnen über meine Erfahrungen mit dem Hochspannungsgleichrichter bei der Tiefentherapie zu berichten, bin ich gern nachgekommen, bedaure, daß Herr Dr. Bucky durch Krankheit verhindert ist, Ihnen seine Erfahrungen mitzuteilen. Ich nehme an, daß seine Erfahrungen viel älter und wohl auch größer als die meinigen sind. Die meinigen datieren erst seit April 1913, und ich kann Ihnen daher nur über eine einjährige Betätigung mit dem Apparat Mitteilung machen. Ich muß mich natürlich daher auch darauf beschränken, Ihnen bei der Beurteilung der Endresultate der von mir behandelten Fälle nur den jetzigen Status der Patienten zu beschreiben, und habe vorläufig natürlich noch keineswegs ein abschließendes Urteil über den definitiven Heilerfolg der Behandlung. Gleichviel glaube ich aber doch im Laufe dieses Jahres genügend Material gehabt zu haben, um mir ein abschließendes Urteil über die Verwendung des Gleichrichters für die Tiefentherapie bilden, seine Vorteile und Nachteile genügend würdigen zu können. Bei der Verteilung der Referate werden Sie von den beiden anderen Herren Referenten zur Genüge über die technischen Einzelheiten des Apparates resp. die Röhren orientiert werden, und ich kann mich daher als Mediziner darauf beschränken, Ihnen kurz die Stellung des ausführenden Röntgenologen zu dem Apparat zu präzisieren, und in erster Linie die Vergleiche zwischen dem Hochspannungsgleichrichter und dem Induktor nur von diesem rein praktischen Standpunkte aus zu betrachten. Ich will mich infolgedessen von allen technischen Einzelheiten fernhalten.

Das Gebiet der Tiefentherapie umfaßt zwei Spezialgebiete der Medizin, nämlich das Feld der gynäkologischen Erkrankungen, der Myome und klimakterischen Blutungen, über welches heutzutage die Akten wohl so weit geschlossen sind, als die Verwendung der Röntgenstrahlen bei diesem Leiden allgemein anerkannt ist, und wohl als ständiges Glied in die Behandlungsmethoden der Gynäkologie aufgenommen ist, und seinen Platz auch für die Zukunft behalten wird. Wenn sich auch in der Indikationsstellung und vor allen Dingen in der Technik der Ausführung der Bestrahlung speziell in der Dosierung noch Differenzen vorfinden, so ist doch anzunehmen, daß sich dieselben in kurzer Zeit ausgleichen werden.

Das zweite neueste Gebiet, welches der Tiefenröntgentherapie erschlossen ist, ist das der malignen Geschwülste. Ich möchte mich heute nicht nur auf die in der Tiefe gelegenen Tumoren beschränken, sondern hierher rechnen alle bösartigen karzinomatösen und sarkomatösen unter der Haut gelegenen Geschwülste. Die Anerkennung der Strahlentherapie auf diesem Gebiete ist zwar noch nicht so allgemein wie in der Gynäkologie, doch sind unsere Erfahrungen schon so weit fortgeschritten, daß wir behaupten können, daß es bis jetzt noch kein Heilmittel gab, mit dem maligne Tumoren in so kurzer Zeit und so großer Anzahl so günstig beeinflußt wurden. Die enormen Fortschritte, die die Fabrikanten vor allem in der Konstruktion der Röhren in den letzten Monaten gemacht haben, versprechen uns für die Zukunft noch viel.

Wenn wir nachprüfen, was der Hochspannungsgleichrichter im Vergleich zu dem Induktor leistet bei der Tiefentherapie, so möchte ich die physikalische Beurteilung dieser Frage den



anderen Herren Referenten überlassen und mich hier, wie gesagt, nur mit rein praktischen Erfahrungen begnügen.

Der in erster Linie für die Tiefentherapie in Frage kommende Punkt ist und bleibt die Erzeugung härtester, lange konstant bleibender Strahlen. Und da müssen wir nach den Erfahrungen und Untersuchungen der Physiker zugestehen, daß es nicht möglich ist, auf Grund der Kurvenform des Gleichrichters durch denselben so harte Strahlen zu erzeugen, wie dies bei der spitzen Kurve des Induktors möglich ist. Das ist theoretisch der größte Nachteil, der gegen die Anwendung des Gleichrichters für die Tiefentherapie spricht. Es fragt sich nun, wieweit sind diese theoretischen Differenzen in der Härte der erzeugten Strahlen für die Praxis ausschlaggebend; und da muß ich nach meinen Erfahrungen feststellen, daß es trotzdem mit den Gleichrichtern möglich ist, noch Strahlen von solcher Härte zu erzeugen und die Röhren mit diesen Strahlen stundenlang arbeiten zu lassen, daß wir im allgemeinen bei gemäßigter Anwendung vollkommen ausreichend gynäkologische Tiefentherapie zu treiben und maligne Geschwülste günstig zu beeinflussen vermögen. Wir werden bei sehr ungünstig tief gelegenem Karzinom in der Tiefe die therapeutische Dosis nicht ro rasch erreichen, wie mit einem Induktorapparat; aber den Anforderungen selbst sehr beschäftigter Therapeuten, die nicht auf dem Standpunkt der überaus forcierten Dosierung stehen, genügt die Arbeit, die der Gleichrichter in dieser Beziehung leistet, vollkommen. Dieses ist meiner Erfahrung nach der einzigste Nachteil, den der Gleichrichter hinter dem Induktor hat. Die Vorteile auf der anderen Seite sind dagegen so erhebliche, daß sie den Nachteil vollkommen ausgleichen. Wo es sich in kleineren Privatinstituten darum handelt, mit einem Instrumentarium universell zu arbeiten, Therapie und Diagnostik gleichzeitig zu treiben, speziell in Charlottenburg, wo wir auf das Wechselstromnetz angewiesen sind, gibt das Arbeiten mit dem Gleichrichter eine viel größere Befriedigung, wie früher unter Verwendung eines Induktors im Anschluß an Gleichrichterzellen und Transformatoren, die eine ständige Überwachung, andauernde Erneuerungen bedurften. Die leichte Handlichkeit des Apparates, der Ausfall jeglichen Schließungslichtes, das Unabhängigsein von Unterbrechern, alles dies sind nicht zu unterschätzende Vorteile. Dabei ist es möglich, mit einer viel höheren primären Belastung zu arbeiten, wie dies der Induktor vertrug. Mein Apparat, von der Firma Siemens & Halske geliefert, arbeitet seit Anschaffung bei sehr reichlicher Inanspruchnahme heute genau so exakt, wie am ersten Tage. Der Röhrenverbrauch ist eher geringer geworden und seit Verwendung von Wolframröhren noch kleiner.

Ich komme zur Besprechung der Technik. Bei der Tiefentherapie arbeite ich mit einer sekundären Belastung von 1—3 MA, filtriere mit Aluminium von 1—3 mm Dicke und bestrahle Felder, je nach dem Sitz der Erkrankung, von 4—8 cm Durchmesser, unter möglichst starker Kompression in konstanter Entfernung von 18 cm Fokus Hautdistanz. Ich arbeite mit durchschnittlich 10—12 Wehnelt harten Strahlen und erreiche so die Erythemdosis unter 3 mm Aluminium in ca. 12—22 Min. Ich appliziere an eine Hautstelle nie mehr wie eine dieser beschriebenen Dosen. Zur Verwendung gelangen Müllersche Wasserkühlröhren und Penetransröhren, zuletzt auch Radiologie-Starkstromröhren mit großem Eisenkern zur Kühlung. Die Erzeugung dieser harten Strahlen gelingt vollkommen glatt und kann stundenlang ohne wesentliche Erwärmung der Röhren oder zu starke Inanspruchnahme des Motors eingehalten werden. Nach der Höchstdosis von $3^3/_4$ Stunden ununterbrochener Tätigkeit funktioniert der Apparat stets noch gut. Meine therapeutischen Resultate mit diesen gemäßigten Dosen sind nicht schlecht, und ich halte die forcierte Belastung für unnötig. Ich unterschreibe keineswegs den Standpunkt Hirschs, der bei unheilbaren Erkrankungen selbst die größten Dosen anwendbar erlaubt, sondern bin ein Anhänger des gemäßigten Standpunktes Reifferscheids, Albers-Schönbergs usw. Die Schädigungen, die ich von anderer Seite gesehen habe, haben mich gewarnt, diese Riesendosen zu applizieren. Ich kann für meinen Teil die Verantwortung nicht auf mich nehmen, Patienten schwere Verbrennungen beizubringen, ohne ihnen zumal auf der anderen Seite garantieren zu können, sie von ihrem Grundleiden zu heilen. Wir sollten doch erst noch Spätschädigungen



abwarten, bevor wir so große, gefährliche Dosen für die Therapie empfehlen. Ich möchte hierbei noch davor warnen, unmittelbar im Anschluß an die Operation mit großen Dosen zu bestrahlen, wie dies von anderer Seite zur Prophylaxe getan worden ist. Die durch die Joddesinfektion erzeugte Hyperämie der Haut, die noch gesteigert wird durch die starken Noxen der Operation selbst, sensibilisieren die Haut derartig, daß sie für geringe Röntgendosen schon sehr empfindlich ist. Ich habe zweimal im Anschluß an die Operation den noch narkotisierten Patienten mit äußerster Vorsicht 11 Wehnelt harte Strahlen unter 3 mm Aluminium, weniger wie eine Erythem-Dosis appliziert, und beide Male eine intensive Verbrennung erlebt, die außer der ungünstigen Beeinflussung der Heilung der Wunde noch den Nachteil mit sich brachte, daß der Patient für Wochen hinaus auf die weitere Applizierung von Röntgenstrahlen verzichten mußte. Man soll also lieber ein paar Tage warten, bis die Hyperämie vorüber ist und die Wunde auch eine Kompression gestattet.

Ich berichte jetzt kurz noch über meine eigenen Erfahrungen mit dem Hochspannungsgleichrichter in bezug auf die Heilerfolge der bestrahlten Fälle. Endresultate kann ich Ihnen natürlich noch nicht mitteilen; es wurden in diesem Jahre 11 gynäkologische Fälle bis jetzt abgeschlossen, die mit der erwähnten Technik behandelt waren. Soweit es sich bis jetzt beurteilen läßt, sind diese Fälle ausnahmslos soweit gebessert, daß man auf eine definitive Heilung schließen kann. Maligne Tumoren wurden 18 behandelt, davon befindet sich ein Teil noch in Behandlung, drei von diesen sind gestorben, davon aber kein einziger auf Konto der Röntgenstrahlen. Es handelte sich erstens um einen desolaten Fall von Lungenkarzinom, zweitens eine allgemeine Sarkomatosis intestini, drittens eine rezidivierte Drüsenaffektion, die operiert war und bei der die Jugularis bereits freilag, nach zwei Tagen starb diese Patientin durch Arrosion der Vene. Schlechter wurden trotz Behandlung vier Fälle, zwei Metastasen in der Wirbelsäule, die ja bekanntlich für Röntgenbestrahlung recht unzugänglich sind, ein Karzinom der Trachea, ein Karzinomrezidiv mit Metastasen im Abdomen. Zum Teil ganz hervorragende Besserungen wurden bei einzelnen Fällen, die ausschließlich mit Röntgenstrahlen behandelt worden sind, erzielt. Eine 70jährige Frau mit inoperablem Ovarialkarzinom, die äußerst kachektisch in die Klinik aufgenommen wurde, besserte sich nach 5monatlicher Behandlung so weit, daß sie jetzt eine Stunde spazieren gehen kann, sich subjektiv sehr wohl fühlt, der Tumor ist mindestens um ein Drittel verkleinert. Bei zwei supraklavikularen Drüsenmetastasen nach Mammakarzinom wurde ein auffälliges Zurückgehen der Drüsen festgestellt. Ein Sarkom des knöchernen Beckens, das in die Gegend der Inguinalfalte gewachsen war und dort Kompressionserscheinungen der Femoralis mit Zirkulationsstörungen im Bein gemacht hatte, wurde so weit gebessert, daß die Zirkulation und die Ernährung des Beines wieder normal wurde. Eine Lymphomatosis der Lunge, die über die gesamte linke Seite verbreitet war, so daß man kaum noch Atemgeräusche hören konnte, in desolatem Zustand in die Klinik aufgenommen, bis auf die Knochen abgemagert, wurde durch Röntgenstrahlenbehandlung so weit gebessert, daß der Patient seinem Beruf bald wird nachgehen können und über 30 Pfund zugenommen hat. Drei nach Operation prophylaktisch bestrahlte Fälle zeigten bis dato noch keine Rezidiverscheinung, was ja allerdings nicht viel sagen will, da die Operationen erst 5—9 Monate zurückliegen. Alle diese Fälle wurden nur mit Röntgenstrahlen und seit Anschaffung des Gleichrichters mit diesem behandelt, und die Resultate erscheinen mir so ermutigend, daß ich keinerlei Veranlassung habe, von der angewandten Technik abzugehen. Ich konstatiere, daß die mit dem Gleichrichter erzeugte Härte der Strahlen vollkommen ausreicht um in den meisten Fällen, selbst bei sehr ungünstigem Sitz, eine günstige Beeinflussung der, auch tief im Körper gelegenen Tumoren zu erzielen, und ich stehe nicht an, den Gleichrichter in seiner praktischen Betätigung allen anderen Induktorapparaten gleichzustellen.

b) Grossmann-Charlottenburg: Wie Herr Mosenthal ausgeführt und durch reiches Material bestätigt hat, lassen sich mit dem Gleichrichter ohne Hinzufügung irgendwelcher Hilfsinstrumentarien Röntgenröhren von 10—11 Wehnelt Härte bei Benutzung nur der einen Hälfte der



Wechselspannungshalbwellen längere Zeit hindurch anstandslos betreiben, und es lassen sich vorzügliche Heilerfolge erzielen, so daß man sagen kann, daß der normale Gleichrichteapparat sich für Tiefentherapie sehr gut verwenden läßt. Hiermit können wir aber die zur Diskussion gestellte Frage noch nicht für erschöpfend beantwortet ansehen, sondern wir müssen noch nachprüfen, ob der Gleichrichter im Verhältnis zu anderen Instrumentarien zum Tiefentherapiebetrieb besser oder weniger gut geeignet ist.

Schon frühzeitig, etwa gegen Mitte des vorigen Jahrzehntes, ist man zur Erkenntnis gelangt (Perthes), daß man zur Erzielung starker tiefentherapeutischer Wirkungen mit harten Strahlen operieren müsse. In diesem Bestreben suchte man den Betrieb des damals konkurrenzlos dastehenden Induktorinstrumentariums so einzurichten, daß möglichst harte Röhren bei tunlichst geringer Erwärmung betrieben werden könnten. Man hat zu diesem Behufe die Zahl der sekundlich durch die Röntgenröhre geschickten Impulse klein und die Stromschlußdauer im Primärkreis relativ groß gewählt.

Im Jahre 1909 wurde der Hochspannungsgleichrichter in die Röntgenpraxis eingeführt. Schon bei den ersten Versuchen, die man an Gleichrichtern angestellt hat, erwies sich die sekundliche Impulszahl, die bei einem Wechselstrom von der Frequenz 50 infolge der üblichen Bauweise der Gleichrichter 100 beträgt, als zu hoch, um harte Röhren ohne zu hochgradige Erwärmung betreiben zu können. Man ging daher beim Therapiebetrieb von vornherein dazu über, nur jede zweite Halbwelle der Wechselspannung der Röhre aufzudrücken, so daß die sekundliche Impulszahl nur 50 beträgt.

Beim Betriebe von Tiefentherapieröhren haben sich sowohl bei Benutzung eines Induktors als auch bei Verwendung eines Gleichrichters so lange keine Schwierigkeiten ergeben, als man vor zu großen Dosen respektvoll zurückwich und die Erythemdosis für eine Grenze ansah, deren Überschreitung unheilvolle Wirkungen zur Folge haben mußte.

Da tat sich vor 2—3 Jahren eine neue Schule auf, die vor Anwendung eines Vielfachen der Erythemdosis nicht zurückschreckte und die Applikation ausnehmend großer Dosen als ihr Prinzip verkündete. Und so war die Technik vor die Aufgabe gestellt, Instrumentarien und Röhren zu bauen, welche die Erzeugung einer außerordentlich intensiven, möglichst harten und homogenen Röntgenstrahlung ermöglichen, um innerhalb weniger Minuten Tiefendosen vom Mehrfachen der Erythemdosis verabreichen zu können.

Um die Instrumentarien und Röhren in so forciertem Maße beanspruchen zu können, hat man sich zuerst in der Weise zu helfen gesucht, daß man den Betrieb intermittierend gestaltete, indem man nach je 10—20 Stromimpulsen eine längere Ruhepause eintreten ließ, um sowohl dem Instrumentarium wie der Röhre Gelegenheit zu geben, sich zwischendurch abzukühlen. Man benutzte zu diesem Behufe besondere Unterbrecher, sogenannte Rhythmeure, die man entweder in den Primärkreis oder in den Sekundärkreis des Instrumentariums schaltete. Es ist eine Reihe verschiedener, den gleichen Zweck erfüllender Konstruktionen bekannt geworden, die prinzipiell das gleiche bezwecken und genau die gleiche Wirkung haben.

Ferner suchte man die Induktorinstrumentarien und den Gleichricher weiter zu vervollkommnen und speziell zur Erzeugung hoher Spannungen geeignet zu machen. Beim Induktor sind durch Einführung des in Frankreich schon längst verwendeten Gasquecksilberunterbrechers wesentliche Verbesserungen erzielt worden.

Die Gleichrichteinstrumentarien hat man auf dem Wege zu verbessern gesucht, daß man sie nach den Prinzipien, die man beim Bau von Induktorinstrumentarien schon längst verfolgt hatte, zu gestalten versuchte. So ist man dazu übergegangen, die Gleichrichter zur Hergabe von nur 25 Stromimpulsen pro Sekunde zu befähigen und stattete sie zwecks Erzielung einer kürzeren Einschaltedauer der Röhre mit kurzen Kontaktsegmenten aus.

Die verschiedenen, in der Tiefentherapie heute üblichen Betriebsweisen von Röntgenröhren lassen sich demnach in die folgenden Gruppen einteilen:



1. Betrieb einer Röntgenröhre mit einem Induktor bei einer sekundlichen Impulszahl von 50 bis hinab zu 20 und eventuell noch weniger.
2. Betrieb einer Röntgenröhre mit einem Hochspannungsgleichrichter mit den bisher üblichen langen, wie auch mit verkürzten Segmenten bei einer Impulszahl von 50 bzw. 25 pro Sekunde.
3. Betrieb einer von einem Induktor oder von einem Gleichrichteapparat gespeisten Röntgenröhre mit einem Rhythmeur, der jeweils nach einer Betriebsdauer von $^1/_4$—$^1/_2$ Sekunde eine ebenso lange Ruhepause eintreten läßt und dadurch die mittlere sekundliche Impulszahl auf die Hälfte der effektiven herabsetzt.

Daß die Tendenz, die sekundliche Anzahl der Stromimpulse bei Tiefentherapie niedrig zu wählen, richtig ist, läßt sich auf Grund folgender Überlegung einsehen.

Nehmen wir an, daß wir eine Röntgenröhre mit einem Induktor oder mit einem Gleichrichter das eine Mal bei 50, das andere Mal bei 25 Impulsen pro Sekunde und bei in beiden Fällen gleich groß gewählter Einschaltedauer der Röntgenröhre so betreiben, daß die mittlere Stärke des von der Röntgenröhre aufgenommenen Stromes, also die vom Milliampèremeter angezeigte Stromstärke in beiden Fällen genau die gleiche ist. Ist in beiden Fällen die Milliampèrezahl die gleiche, d. h. ist die durch die Röhre sekundlich hindurchfließende gesamte Strommenge dieselbe, so muß diejenige Strommenge, die während eines Stromstoßes durch die Röhre abfließt, im zweiten Falle das doppelte derjenigen sein, die bei der doppelten Impulszahl während eines Stromstoßes durch die Röhre fließt. Ist die Einschaltedauer der Röhre in beiden Fällen die gleiche, so muß im zweiten Falle auch die auf die Einschaltedauer bezogene mittlere Stromstärke der Röhre doppelt so groß sein wie im erstgenannten Falle. Um nun aber im zweiten Falle eine doppelt so große Stromstärke zu erzielen, muß der Röhre eine wesentlich höhere Spannung aufgedrückt werden, woraus folgt, daß die Röntgenröhre beim Betrieb mit 25 Impulsen pro Sekunde eine härtere Strahlung liefern muß, als wenn sie bei gleicher Belastung mit 50 Impulsen betrieben wird. Man erhält also bei gleicher Milliampèrezahl eine um so härtere Strahlung, eine um so stärkere Tiefenwirkung und einen um so größeren Dosenquotienten, je kleiner die sekundliche Impulszahl gewählt ist.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, wird mit dem Rhythmeurbetrieb dasselbe erzielt wie auf dem Wege der Reduktion der sekundlichen Anzahl von Unterbrechungen beim Induktorbetrieb, bzw. auf dem Wege der Verringerung der sekundlichen Anzahl der vom Gleichrichter hervorgebrachten leitenden Verbindungen erreicht wird. Nur stellt die Anwendung des Rhythmeurs die weniger elegante und insofern wenig vorteilhafte Lösung dieser Aufgabe dar, weil der zur Erzielung des Rhythmeurbetriebes erforderliche Unterbrecher eine Komplikation in den Betrieb hineinbringt.

Um einen korrekten Vergleich zwischen dem Gleichrichter und dem Induktor anstellen zu können, müssen wir von der Voraussetzung ausgehen, daß wir ein und dieselbe Röntgenröhre das eine Mal mit dem Induktor, das andere Mal mit dem Gleichrichter bei der gleichen sekundlichen Impulszahl betreiben; weiterhin wollen wir annehmen, daß das mit der Röhre in Reihe geschaltete Milliampèremeter in beiden Fällen die gleiche Milliampèrezahl anzeigt.

Bekanntlich steigt der in der Sekundärwickelung des Induktors erzeugte Öffnungsstrom momentan auf einen Höchstwert an und sinkt ungefähr nach einer Exponentialkurve auf Null hinab. Wir wollen die praktisch ohne weiteres zulässige Annahme treffen, daß der Abfall des Stromes nach einer Geraden erfolgt (Fig. 1). Ist I_1 der Maximalwert des Röhrenstromes, so ist der auf die Einschaltedauer T_1 bezogene Mittelwert der Stromstärke $= {}^1/_2\, I_1$. Dann ist die Gesamtstrommenge, die während eines Stromstoßes durch die Röntgenröhre abfließt, gegeben durch das Produkt aus dem Durchschnittswert der Stromstärke und der Einschaltedauer, also $= {}^1/_2\, I_1 T_1$. Ist N_1 die sekundliche Anzahl der Stromimpulse, so ist die gesamte innerhalb einer Sekunde durch die Röhre abfließende Strommenge $= {}^1/_2\, I_1 T_1 N_1$.

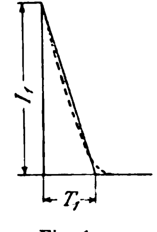


Fig. 1.

Bezüglich des Gleichrichters sei angenommen, daß der Röhrenstrom nach einer Sinuskurve veränderlich ist (Fig. 2). Setzen wir kurze Segmente voraus, so wird das Diagramm des Stromstoßes von einem Rechteck nur unwesentlich abweichen, so daß der auf die Stromschlußdauer T_2 bezogene Mittelwert der Stromstärke von der Stromamplitude I_2 nur wenig abweicht. (Setzt man eine Einschaltedauer von $^1/_8$ Periode voraus, was bei einem 50 periodischen Wechselstrom einer Einschaltedauer von 0,0025 Sekunden entspricht, so ist der Mittelwert durch das 0,96 fache des Scheitelwertes gegeben.) Dann ist die während eines Stromstoßes durch die Röntgenröhre abfließende Strommenge gegeben durch $I_2 T_2$, und wenn N_2 die sekundliche Impulszahl bedeutet, so ist die während einer Sekunde durch die Röhre abfließende Strommenge, also die gemessene Stromstärke, $= I_2 T_2 N_2$.

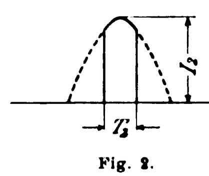


Fig. 2.

Setzen wir voraus, daß in beiden Fällen die Röhre einen Strom von 3 Milliampère aufnimmt, fernerhin, daß

$$N_1 = N_2 = 50,$$
$$T_1 = 0{,}001 \text{ Sek.},$$
$$T_2 = 0{,}0025 \quad ,,$$

ist. Da die Stromstärke in beiden Fällen gleich ist, so gilt

$$^1/_2\, I_1 T_1 N_1 = I_2 T_2 N_2 = 3 \text{ Milliampère};$$

oder da $N_1 = N_2$ ist:

$$^1/_2\, I_1 T_1 = I_2 T_2,$$
$$I_1 = 2\, I_2 \frac{T_2}{T_1}.$$

Da $\frac{T_2}{T_1} = \frac{0{,}0025}{0{,}001} = 2{,}5$ ist, so ergibt sich $I_1 = 5\, I_2$.

Nun ist $I_2 N_2 T_2 = 3$ Milliampère, woraus sich

$$I_2 = \frac{3}{N_2 T_2} = \frac{3}{50 \cdot 0{,}0025} = 24 \text{ Milliampère}$$

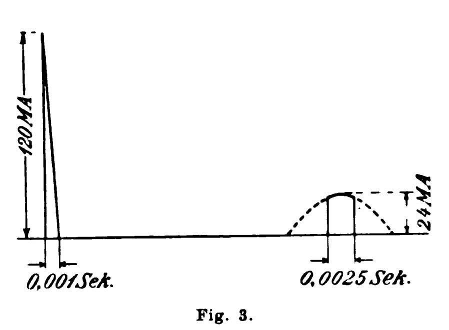


Fig. 3.

ergibt; I_1 ist demnach = 120 Milliampère (Fig. 3).

Da die Stromamplitude beim Indukorbetrieb das 5 fache derjenigen beim Betrieb mit dem Gleichrichter beträgt, so muß auch der Maximalwert der der Röhre aufzudrückenden Spannung im ersten Falle ein Mehrfaches der im zweiten Falle aufzudrückenden Spannung betragen. Aus der Charakteristik einer Röntgenröhre, die ich auf oszillographischem Wege aufgenommen habe, ergibt sich beispielsweise, daß der Stromstärke von 24 Milliampère eine Spannung von 23 Kilovolt, derjenigen von 120 Milliampère eine Spannung von 53 Kilovolt entspricht.

Beachtet man, daß beim Induktorbetrieb $^4/_5$ der Einschaltedauer abgelaufen sind, wenn die Stromstärke vom Wert 120 Milliampere auf 24 Milliampère hinabgesunken ist, und somit während der Zeit von $^4/_5\, T_1$ die Röhrenspannung höher ist als diejenige beim betrachteten Gleichrichterbetrieb, so ergibt sich, daß die Röhre beim Induktorbetrieb während $^4/_5$ ihrer Betriebsdauer eine härtere Strahlung und nur während $^1/_5$ der Betriebsdauer eine ebenso harte oder eine weichere Strahlung liefert, als man mit der gleichen Röhre beim Gleichrichterbetrieb erhält. Und da die von der Röntgenröhre während der ersten $^4/_5$ der Einschaltedauer aufgenommene elektrische Energie von der im ganzen aufgenommenen Röntgenstrahlenenergie, wie sich leicht berechnen läßt, nur um $^1/_{75}$ verschieden ist, so gilt, daß nur $^1/_{75}$ der ganzen aufgewendeten Energie zur Erzeugung eines solchen Strahlengemisches verbraucht wird, das durchwegs weicher ist als die beim Gleichrichterbetrieb während der ganzen Zeit erzeugte Strahlung. (Würde die von der Röntgenröhre gelieferte Strahlung homogen sein, so würde die beim Induktorbetrieb erzielte Gesamtstrahlung, von maximal $^1/_{75}$ abgesehen, durchweg härter sein als die beim Gleichrichterbetrieb erzeugte. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse nicht so günstig, weil die Röntgenröhre ein Gemisch von Strahlen verschiedener Härte liefert.) Wenn man weiter berücksichtigt, daß der Wirkungsgrad der Röntgenröhre ein um so besserer ist, d. h. ein um so

größerer Prozentsatz der aufgewendeten Energie in Röntgenstrahlenenergie umgewandelt wird, je höher die Betriebsspannung ist, so folgt daraus, daß der Induktorbetrieb nicht nur mit Rücksicht auf die Härte der Strahlung, sondern auch in bezug auf die Röntgenstrahlenausbeute und bezüglich der Ausbeute harter Strahlen im potenzierten Maße günstiger ist.

Nun läßt sich gegen die gemachten Betrachtungen einwenden, daß die in beiden Fällen aufgewendeten elektrischen Energien verschieden sind, — die im Falle des Induktorbetriebes pro Sekunde aufgewendete elektrische Energie beträgt unter Zugrundelegung der obgenannten Spannungswerte etwa 100 Wattsekunden, die im zweiten Falle verbrauchte nur 70 Wattsekunden — und daß die Betrachtungen unter Voraussetzung gleichen Energieaufwandes hätten durchgeführt werden müssen. Doch diese Verschiedenheit des Energieverbrauches ändert am Ergebnis dieser Betrachtungen insofern nichts, als es hier nicht auf den absoluten Betrag der in beiden Fällen aufgewendeten elektrischen Energie und der daraus gewonnenen Röntgenstrahlenenergie ankommt, sondern nur auf die Qualität der erzeugten Röntgenstrahlen einerseits und auf die relative Energieausbeute andererseits. Daß die Qualität der mit Induktorbetrieb erzeugten Röntgenstrahlung günstiger als die beim Gleichrichterbetrieb erzeugte ist, ist in Obigem bewiesen worden. Daß aber auch die Relativausbeute in bezug auf die Transformierung elektrischer Energie in Röntgenstrahlenenergie beim Induktorbetrieb günstiger ist, folgt einerseits aus der Tatsache, daß der Wirkungsgrad der Röhre bei der beim Induktorbetrieb sich ergebenden höheren Betriebsspannung besser ist, andererseits daraus, daß der beim Gleichrichterbetrieb bei Verwendung sehr kurzer Segmente primäre Energieverbrauch groß ist. Also wird sich auch beim Induktorbetrieb eine im Verhältnis zur erzeugten Röntgenstrahlenenergie geringere Erwärmung als beim Gleichrichterbetrieb ergeben.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt man, wenn man die sekundliche Impulszahl in beiden Fällen = 25 annimmt. Die Verhältnisse verschieben sich indes zugunsten des Gleichrichters dann, wenn man noch kürzere Segmente voraussetzt. Doch, wie leicht eingesehen werden kann, bleibt die Überlegenheit des Induktors über den Gleichrichter auch dann noch bestehen, wenn man die Einschaltedauer beim Gleichrichter der Stromschlußdauer beim Induktor gleich groß wählt. Denn nimmt man beispielsweise $T_1 = T_2 = 0{,}001$ Sekunden an, so ergibt sich, daß $I_1 = 2\, I_2$ ist, und daß man auch in diesem Falle beim Induktorbetrieb der Röhre eine bedeutend höhere Spannung aufdrücken muß als beim Gleichrichterbetrieb. Es wird dann die Röhre im ersten Falle während der Hälfte der Einschaltedauer im Mittel härtere Strahlen liefern als die mit Gleichrichter betriebene Röhre, und es wird nur $^1/_8$ der aufgewendeten elektrischen Energie zur Erzeugung einer Röntgenstrahlung aufgewendet, die im Mittel weicher ist als die mit dem Gleichrichter erzeugte.

Wählt man die Segmentlängen noch kürzer, so kann man erreichen, daß der Gleichrichter mit dem Induktor gleichwertig wird, und wenn man sie noch immer weiter verringert, sogar dem Induktor überlegen wird. Allerdings läßt sich dies praktisch aus dem Grunde kaum erreichen, weil der Funkenübergang zwischen den beweglichen und den festen Kontakten des Gleichrichters eine geraume Zeit vor Erreichung der Oppositionsstellung der Kontakte eintritt und auch nach Verlassen der Oppositionsstellung anhält.

Faßt man das Gesagte zusammen, so gelangt man zu dem Ergebnis, daß man mit dem Hochspannungsgleichrichter normaler Ausführung, also mit einem für die Zwecke der Röntgenographie und Durchleuchtung in erster Linie bestimmten Gleichrichter, sehr wohl Tiefentherapie betreiben kann. Man wird allerdings dabei keinen so großen Dosenquotienten erzielen, wie dies beim Induktorbetrieb oder beim Betrieb mit einem Gleichrichter mit sehr kurzen Segmenten der Fall ist. Man wird vom Gleichrichter mit Vorteil Gebrauch machen, wenn es sich nicht um die Erzeugung extrem harter und exorbitant großer Röntgendosen handelt. Handelt es sich jedoch um einen forcierten Tiefentherapiebetrieb, so wird man entweder einen speziellen Gleichrichteapparat mit kurzen Segmenten oder einen Induktor verwenden, von beiden aber den letztgenannten vorziehen. Durch die Wahl besonders kurzer, nahezu punktförmiger Kontaktsegmente

beim Gleichrichter läßt sich erreichen, daß dieser dem Induktor gleichwertig wird, und es ist der theoretische Grenzfall für die Überlegenheit des Gleichrichters gegenüber dem Induktor gegeben.

In der letzten Zeit sind verschiedene Artikel in den „Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen" erschienen, in denen Vergleiche zwischen verschiedenen Konkurrenzfabrikaten, die teils der Gleichrichter-, teils der Induktortype angehören, angestellt wurden. Leider sind in diesen tendenziösen Arbeiten die Vergleiche der Instrumentarien untereinander unter so verschiedenen Bedingungen angestellt worden, daß entweder für das eine oder das andere Instrumentarium günstige Ergebnisse resultieren mußten. Durch derartig angestellte Vergleiche können nur Zerrbilder entstehen.

Auch muß ich noch auf den Umstand hinweisen, daß in letzter Zeit von mehreren Firmen Angaben über die zur Erreichung großer Dosen von ungefähr 100 x bei Rhythmeurbetrieb erforderliche Zeit veröffentlicht worden sind, die, wie bereits von anderer Seite nachgewiesen worden ist, auf dem Wege einer sonderbaren Rechnungsweise gewonnen worden sind. Man hat nämlich nicht die Sitzungsdauer, also jene Bruttozeit, welche der Patient und der Arzt, um die betreffende Dosis zu erhalten, abzuwarten haben, sondern diejenige Nettozeit in Rechnung gesetzt, die aus der Sitzungsdauer nach Abzug der durch den Rhythmeur bedingten Ruhepausen hervorgeht. Man gelangt auf diese Weise zu Zeiten, welche die Hälfte der Bruttozeiten betragen. Solche Angaben dürften insofern nicht empfehlenswert sein, als sie zu Mißverständnissen Anlaß geben, und sie sind auch nicht berechtigt aus dem Grunde, weil für den Arzt nur die zur Erzielung einer gewissen Dosis erforderliche Bruttozeit für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Instrumentariums ausschlaggebend ist. Ich schlage daher vor, daß alle Firmen einheitlich in Zukunft stets nur die Bruttozeiten angeben mögen.

c) Fürstenau-Berlin: Die Frage, ob und wie man mit dem Hochspannungs-Gleichrichter Tiefentherapie treiben kann, bietet vom röhrentechnischen Standpunkte insofern besonderes Interesse, als diese Frage letzten Endes im gewissen Sinne eine Röhrenfrage ist. Dem Röhrenkonstrukteur ist die Aufgabe gestellt, die Energiemengen, welche der Hochspannungsapparat liefert, in möglichst vollwertiger Weise innerhalb der Röhre in Röntgenstrahlen umzusetzen. Die Art und Weise, wie diese Umsetzung sich vollzieht, ist nun bekanntlich nicht allein an eine Reihe von inneren Verhältnissen in der Röhre, wie Art des Antikathodenmaterials usw. geknüpft, sondern der Grad der Ökonomie der Energieumwandlung hängt nebenher auch von Umständen ab, deren Vorhandensein und Qualität in der Bauart des Hochspannungsapparates begründet ist, welcher die Röntgenröhre speist. Es läßt sich nämlich durch geeignete Messungen der beim Betriebe auf der Antikathode der Röhre abgeschiedenen Ladungsmengen nachweisen, daß die Umsetzung der elektrischen Energie in Röntgenstrahlen in um so vollwertigerer Weise erfolgt, je größer die Geschwindigkeit der auftreffenden Kathodenstrahlen ist. Erniedrigt man die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen bis unter einen gewissen Wert, so findet man, daß die gesamte, den Kathodenstrahlen innewohnende Energie in Form von reflektierten Kathodenstrahlen die Antikathode wieder verläßt, ohne daß überhaupt eine Umsetzung in Röntgenstrahlen in merklichem Maße stattgefunden hätte. Je weiter man nun die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen erhöht, desto größer wird der Bruchteil an Kathodenstrahlenenergie, welcher in die Form von Röntgenstrahlen übergeht unter Abscheidung einer elektrischen Ladung auf der Antikathode, und man kann es durch eine geeignete Versuchsanordnung so weit treiben, daß bei außerordentlich hohen Kathodenstrahlengeschwindigkeiten so gut wie gar keine reflektierten Kathodenstrahlen mehr auftreten.

Für die Tiefentherapie liegt mithin ein doppeltes Interesse vor, während des Betriebes der Röhre andauernd Kathodenstrahlen recht hoher Geschwindigkeit zu erzeugen, wird doch einerseits nach obigem der Nutzeffekt der Röhre, d. h. das Verhältnis der erzeugten Röntgenstrahlenenergie zur aufgewendeten Gesamtenergie mit wachsender Kathodenstrahlengeschwindigkeit günstiger, während gleichzeitig die Kathodenstrahlen hoher Geschwindigkeit bekanntlich



diejenigen sind, welche die für die Tiefentherapie praktisch wichtigen harten Röntgenstrahlen erzeugen. Kathodenstrahlen hoher Geschwindigkeit erzeugt man nun aber bekanntlich dadurch, daß man der Röhre eine hohe Spannung aufdrückt, da mit wachsendem Kathoden-Potential die Geschwindigkeit der erzeugten Kathodenstrahlen außerordentlich schnell zunimmt. Es läßt sich also für die Erzeugung recht harter homogener Röntgenstrahlen unter möglichst geringer Verschleuderung von Energie (hauptsächlich in Form von Wärme) eine günstige Vorbedingung dadurch schaffen, daß die Röhrenkathode während der ganzen Betriebsdauer möglichst lange auf einem hohen Potential gehalten wird, mit anderen Worten: dadurch, daß diejenigen Zeitabschnitte, während welcher das Potential an der Kathode niedriger als der Höchstwert ist, auf ein Minimum reduziert werden. Das geschieht jedoch, wie man ohne weiteres einsieht, bei den spitzen, steil ansteigenden Entladungskurven der Unterbrecher-Apparate in weit vollkommenerem Maße, als bei den sinusförmigen oder ähnlich verlaufenden Entladungskurven des Hochspannungs-Gleichrichters. Es wird daher von diesem Gesichtspunkte aus die Verwendung des Hochspannungs-Gleichrichters zu tiefentherapeutischen Zwecken, besonders in bezug auf die Röhren-Ökonomie erheblich ungünstigere Resultate liefern als die Verwendung eines Unterbrecher-Apparates.

Ist jedoch aus irgendwelchen Gründen, etwa weil nur ein einziger Apparat sowohl für diagnostische, als auch für therapeutische Zwecke angeschafft werden kann, die Verwendung des Hochspannungs-Gleichrichters auch für die Tiefentherapie in einem konkreten Falle nötig, so tritt dem Röhrentechniker die Notwendigkeit entgegen, eben für diesen Betrieb Röhren zu schaffen, welche trotz der oben besprochenen ungünstigen Verhältnisse eine homogene harte Strahlung von großer Gleichmäßigkeit während einer langen Belastungsdauer aussenden. Es wird dann also die Verwendung des Hochspannungs-Gleichrichters zur Tiefentherapie in dem Augenblicke möglich, wo dem Benutzer eine Röhre zur Verfügung steht, bei welcher die oben erwähnten Mißstände durch geeignete Maßregeln kompensiert sind. Da, wie ausgeführt, der Hochspannungs-Gleichrichter eine relativ bedeutende Energiemenge liefert, welche in der Röhre nicht in Röntgenstrahlen umgesetzt wird, sondern sich hauptsächlich in Form von Wärme zerstreut, und da diese Wärme in der Röhre schädliche Wirkungen durch Freimachen von Gaspartikelchen usw. auslöst, so muß der Röhrenkonstrukteur sein Hauptaugenmerk darauf richten, diese Wärmemengen unschädlich zu machen, will er nicht gewärtigen, daß bei den langdauernden tiefentherapeutischen Belastungen die unproduktiv vom Gleichrichter in die Röhre hineingesandten Energiemengen ein schnelles Herabgehen des Härtegrades der Röhre herbeiführen, das Ungünstigste also, was bei einer Tiefenbestrahlung überhaupt passieren kann. Man hat demnach die Röhre für Tiefenbestrahlungen dem Charakter des sie betreibenden Gleichrichters dadurch angepaßt, daß man durch geeignete Kühlmethoden, wie Wasserkühlung, Luftkühlung, Metallkühlung usw. die schädlichen Wärmemengen von der Antikathode so schnell und vollständig als möglich beseitigt, ebenso die etwa auf der Glaswand der Röhre durch die reflektierten Kathodenstrahlen erzeugte Wärme durch Kühlung derselben mittels einer Luftdusche o. ä. Man hat dadurch erreicht, daß es möglich wurde, die Röhre selbst langdauernden tiefentherapeutischen Belastungen mit dem Hochspannungs-Gleichricher auszusetzen. Freilich hat sich dabei trotzdem eine der Wärme innewohnende unvermeidliche Eigenschaft störend bemerkbar gemacht, nämlich die langsame Strömungsgeschwindigkeit derselben. Die Wärme braucht Zeit, um von einem Ort zu einem anderen zu fließen, und zwar ganz erheblich längere Zeit, als z. B. der elektrische Strom, und es ist daher bei Anwendung der genannten Kühlmittel nötig, der auf der Antikathode erzeugten Wärme eine gewisse Zeit zu lassen, um auf diese Kühlmittel überzugehen. Durch diese Tatsache ist der unbegrenzten Wärmeerzeugung auf der Antikathode ein Riegel vorgeschoben, und die praktische Konsequenz besteht darin, daß man gezwungen ist, während des Röhrenbetriebes gewisse künstliche Pausen einzuschalten, während welcher die in der jedesmal vorhergehenden Betriebszeit erzeugte Wärme Gelegenheit hat, in genügend umfangreichem Maße vom Antikathodenspiegel fortzufließen. Diese Pausen schafft



bekanntlich der Rhythmeur, und seine Kombination mit dem Gleichrichter macht es der Röhre möglich, viel größere Wärmemengen in sich aufzunehmen und zu verarbeiten, ohne schädlich von ihnen beeinflußt zu werden. Immerhin sind derartige künstliche Betriebspausen nur ein Notbehelf, werden doch die Bestrahlungszeiten durch sie auf das Doppelte und mehr verlängert, und man könnte, wenn ihre Einfügung nicht notwendig wäre, in der gleichen Betriebszeit die doppelten Strahlenquantitäten mit demselben Apparat und derselben Röhre verabreichen, was insbesondere bei einem umfangreichen Betriebe von nicht unerheblicher Bedeutung wird, sobald es sich etwa um die Notwendigkeit der Anschaffung eines zweiten Apparates handelt, falls der erste den ganzen Tag über ununterbrochen in Anspruch genommen ist.

Nun scheint jedoch die Aussicht nicht allzu groß zu sein, daß es gelingen wird, durch weitere Ausgestaltung der Kühlvorrichtungen an den Röhren eine Vergrößerung ihrer Aufnahmefähigkeit für die Hochspannungsenergie herbeizuführen, da diese Mittel bereits bis ins feinste technische Detail hinein ausgebildet und durchgearbeitet sind. Dafür scheint jedoch ein anderer Weg Erfolg zu versprechen. Wenn es nämlich nicht gelingt, die Wärmemengen in stärkerem Umfange als bisher in der Röhre zu beseitigen, so muß man versuchen, diesen Wärmemengen einen der Röhre unschädlichen Charakter zu geben, d. h. man muß versuchen, die Röhre so zu bauen, daß selbst erhebliche in ihr auftretende Quantitäten von Wärme nicht in der Lage sind, das Vakuum der Röhre und damit ihre Strahlungskonstanz zu beeinflussen. Die schädlichen Wirkungen der Wärme bestehen aber, wie erwähnt, darin, daß sie Gase frei machen, welche das Vakuum der Röhre notwendigerweise erniedrigen. Will man diese schädliche Wirkung beseitigen, so muß man daran gehen, die Röhre so zu bauen, daß ihr Funktionieren ganz unabhängig vom Gasinhalt ist. Daß dies möglich ist, lehren Arbeiten, die seit mehreren Jahren im Laboratorium der Röntgenröhrenfabrik Radiologie, G. m. b. H., ausgeführt, und wie solche ebenfalls neuerdings von Coolidge veröffentlicht worden sind. Es hat sich nämlich gezeigt, daß es möglich ist, die zur Erzeugung von Röntgenstrahlen notwendige Kathodenstrahlenentladung ganz ohne Mitwirkung der in den Röhren bisher üblicher Konstruktion vorhandenen Gasmengen vorzunehmen, indem man die Röhre absolut gasleer macht, also auf ein Vakuum bringt, das weit unterhalb des jetzt üblichen gelegen ist und daß man in diesem Vakuum die Kathodenstrahlen auf künstlichem Wege durch Herausschleudern von Elektronen aus einem glühenden Körper, z. B. einem stromdurchflossenen Leuchtdraht, ähnlich wie in der elektrischen Glühlampe, hervorruft. Diese Kathodenstrahlenentladung erfolgt ganz ohne Mitwirkung des Vakuums, und ihre Stärke läßt sich rein auf elektrischem Wege ohne jede Schwierigkeit durch mehr oder minder starke Erhitzung des Leuchtdrahtes nach Belieben regeln. Ebenso richtet sich die Härte der so erzeugten Röntgenstrahlen lediglich nach den äußeren elektrischen Verhältnissen, so daß man mit einer und derselben Röhre ohne weiteres Röntgenstrahlen jeden beliebigen Härtegrades, und zwar außerordentlich homogene Röntgenstrahlen erzeugen kann. Eine solche Röhre vermag außerordentliche Energiemengen in sich aufzunehmen und umzusetzen, und zwar auch außerordentliche Energiemengen unproduktiver Natur, ohne daß sich der homogene Charakter ihrer Strahlung irgendwie ändert, vermögen doch selbst relativ große Wärmemengen infolge der Unabhängigkeit der Funktion der Röhre von ihrem Gasinhalt keine Störungen hervorzurufen. Es scheint mir, als ob dieser Röhrentypus dazu berufen sein dürfte, der Verwendung des Hochspannungs-Gleichrichters mit seinen gewaltigen Energiemengen gerade in der Tiefentherapie neue Bahnen zu weisen.

Sitzungsbericht der Hufelandischen Gesellschaft vom 8. 1. 1914.

Dönitz: **Tuberkulinbehandlung der Spina ventosa.** Vortr. zeigt zahlreiche Röntgenogramme von Fällen von Spina ventosa, die er erfolgreich mit Alt-Tuberkulin behandelt hat. Ist die Erkrankungsform unter die schweren zu rechnen, so muß die Behandlung kombiniert werden mit der Anwendung von Reizmitteln, wie Arg. Salbe, Terpentinöl usw. Die im übrigen immerhin recht wenig erfolgreiche Therapie bei Spina ventosa scheint auch nach den Röntgenbildern durch die Tuberkulinbehandlung



ebenso wie klinisch nicht unerheblich gefördert zu werden. Katzenstein bestätigt auf Grund persönlicher Erfolge die Erfahrungen des Vortr. Dahingegen hat Karewski irgendeine günstige Beeinflussung nicht feststellen können.

Klapp: **Demonstration zur Chirurgie der Gelenke.** Die schon anderweits veröffentlichten Resultate der Wiederaufpflanzung von Gelenkenden, namentlich bei Frakturen, werden durch einige Mitteilungen ergänzt und erweitert.

Goldammer: **Talusluxation.** Durch direkte Gewalteinwirkung war der Talus nach vorn und innen luxiert, wobei er sich gleichzeitig um seine Achse gedreht hatte. Es mußte blutig vorgegangen werden. Obwohl der Talus fast vollkommen von den Bändern der Umgebung getrennt war, wurde er reponiert mit vorzüglichem funktionellen Resultat. Klapp zeigt 2 Röntgenogramme von Verletzungen des Talus und des Fußgelenks. Goldammer zeigt das Diapositiv einer Magenfüllung, bei dem in der fast kreisförmigen Füllungsfigur eine Lücke nahe dem inneren Rand zu sehen ist. Nur die Schirmbeobachtung konnte Aufschluß geben: es handelt sich um eine hochgradige schneckenförmige Einrollung bedingt durch ein Ulkus der kleinen Kurvatur. Dann wird das Bild eines Volvulus des Dickdarms gezeigt. Joseph hat bei Nieren- bzw. Nierenbeckensteinen Kollargolaufnahmen gemacht. Er konnte dabei schon vor der Operation feststellen, ob der betreffende Fall besser zur Nephrotomie oder zur Pyelotomie geeignet war, je nachdem der Stein in den Bereich des Kollargolschattens zu liegen kam oder außerhalb desselben blieb.

Horwitz demonstriert Bilder von blutiger Reposition von Frakturen ohne Naht derselben.

Mitteilungen des Vereins der Ärzte in Steiermark. 1913, Nr. 7.

Rauch: **Ein weiterer Fall von Radiotherapie bei Lidkarzinom.** Ein von einem pigmentierten Hautnaevus ausgehendes pigmentiertes Karzinom des Unterlids wurde zunächst operativ entfernt, soweit das ohne kosmetische Schädigung möglich war. Vom fünften Tage ab setzten dann die Bestrahlungen ein. Im ganzen wurden 5 x appliziert, wonach sich der Defekt schloß, ohne daß makroskopisch noch Tumor zu erkennen gewesen wäre.

Rauch: **Ein Fall von Radiotherapie bei Lidkarzinom.** In 4 Sitzungen konnte ein seit 5 Jahren bestehendes Ulcus rodens des Unterlids zum Verschwinden gebracht werden. Die Abdeckung des Auges hatte Verf. derart vorgenommen, daß er nach vorheriger Kokainisierung eine Bleistoffprothese in den Bindehautsack brachte.

Verhandlungen des 28. deutschen Kongresses für innere Medizin. 1911.

v. Tabora: **Über motorische Magenreflexe.** Die Motilität des Magens ist das Produkt von zwei Komponenten: Magenperistaltik und Pylorusreflex. Anknüpfend an die bekannten Pawlowschen Versuche hat Verf. Gesunden und Kranken zur Wismutmahlzeit Salzsäure bzw. Öl verabreicht. Hierbei zeigte es sich, daß durch die Salzsäure die Peristaltik tiefer und lebhafter wurde bei gleichzeitiger Verzögerung der Entleerung. Bei Ölzusatz hörte die Peristaltik nach wenigen Minuten vollkommen auf, wobei der Pylorus offen bleibt und eine passive Entleerung durch Seitenlage erfolgen kann. Verf. verspricht sich von dieser Erkenntnis einen weitgehenden Einfluß auf unser therapeutisches Handeln speziell beim frischen Ulkus zum Zwecke der Ruhigstellung des Magens. E. Hayward (Berlin).

XXIX. Kongreß für innere Medizin. Wiesbaden 1912.

v. Bergmann: **Zur Diagnostik des Magenkarzinoms mittels der Röntgenkinematographie.** Demonstration einiger mittels der Röntgenkinematographie untersuchter Fälle. Ob die Kinematographie praktisch für die Karzinomdiagnose am Magen Bedeutung hat, wird erst die Zukunft lehren.

Wiens.

b) Journalliteratur.

Medizinische Klinik. 1914. Nr. 5.

Adler: **Über Ursachen und Behandlung von Uterusblutungen.** Nach den Erfahrungen des Verf. an der Klinik Schauta eignen sich für die Röntgenbehandlung am besten die klimakterischen Blutungen ohne Befund (Ausschluß von Karzinom durch Probekurettage) und jene nicht malignen Myome, die keine anderen Symptome machen als Blutungen. Vollkommen refraktär verhalten sich gegen die Röntgenbestrahlung gewöhnlich die Blutungen bei entzündlichen Adnexerkrankungen. Die Wirkung bei der Bestrahlung der Uterusmyome besteht vorzüglich in einer Zerstörung des Follikelapparates der Ovarien, viel weniger in einer direkten Beeinflussung der Tumoren. Die wichtigste Kontraindikation gegen die Bestrahlung bietet die Malignität, sei es die maligne gewöhnliche sarkomatöse Entartung des Tumors selbst, sei es die Kombination mit Karzinom der Zervix oder des Corpus Uteri. Die Röntgenkastration gleicht in ihren Ausfallserscheinungen der operativen Kastration, daher Vorsicht beim Bestrahlen jugendlicher Individuen.

Heimann: **Erfahrungen in der Gynäkologie mit der Kombination Mesothorium-Röntgenbe-**



strahlung. Es standen in der Breslauer Universitäts-Frauenklinik 80 mmgr. Mesothorium zur Verfügung, die man auf zwei Kapseln zu 30 und 50 mmgr. verteilt hatte. Filtriert wurde fast ausschließlich mit 0,2 mm Ag + 3 mm Pb. Die 30 mmgr liegen 7 × 24 Stunden, die 50 mmgr 4 × 24 Stunden und die 80 mmgr 48—60 Stunden hintereinander. Die Filter werden mit einem Gummifingerling umgeben und direkt in den Tumor eingelegt. Nach drei bis fünf Wochen Wiederholung der Sitzung. Unterstützung mit Röntgen 3 Amp. primär, 1—2 M.-A.-Sek. Penetransröhren, 10 We. Zunächst nur vaginal 3 mm Al. Fokus-Kraterabstand 15—18 cm. Hartgummispekulum und in dieses hineingeschoben Bleiglasspekulum. 50—60 x täglich. Wenn die Blutungen und die Sekretion aufgehört haben, wird auch abdominal bestrahlt. 3 mm Al. 25 x auf ein Hautfeld. Eine Behandlungsserie dauert ca. 3 Wochen, wovon 8 Tage auf Mesothorium und die übrige Zeit auf Röntgen entfallen (ca. 800 x). Dann Pause von 3 Wochen usw. Es wurden nur inoperable Fälle bestrahlt und zwar 21 inoperable Uteruskarzinome und 5 inoperable Rezidive. Von den 21 Fällen ist bei 7 z. Z. nichts von einem Karzinom zu finden und die Frauen befinden sich in einem ausgezeichneten Zustand. Bei den übrigen 14 Patientinnen, die erst kürzere Zeit behandelt werden, ist auch eine erhebliche Besserung eingetreten. Der Erfolg beginnt meist am Ende der ersten Pause einzutreten, also 6 Wochen nach Beginn der Behandlung. Die Behandlung wird dauernd fortgesetzt.

Umfrage über die Bedeutung der Strahlentherapie (Fortsetzung). Es werden noch die Antworten von Krönig, Bumm, Winter, Opitz und Pankow veröffentlicht. Krönig hält bei den klimakterischen Metropathien die Röntgen- bzw. Radiumbehandlung für das Verfahren der Wahl. Röntgen-, Radium- und Mesothoriumstrahlen scheinen ungefähr gleich gut zu wirken. Myome sind bei Frauen nicht zu weit der Klimax zu bestrahlen, bei jugendlichen Individuen nur, wenn sonst die Totalexstirpation des Uterus nötig wäre. Von den Karzinomen gehören die inoperablen Fälle unbedingt bestrahlt. Wenn keine fernliegenden Metastasen da sind, ist der Erfolg sehr gut und Krönig besitzt jetzt 27 Fälle, welche über 6 Monate bis zu einem Jahre 2 Monaten rezidivfrei und völlig beschwerdefrei sind. Gegenüber den operablen Fällen nimmt Krönig einen ganz exklusiven Standpunkt ein, indem er gerade die operablen Fälle der Strahlentherapie zuführen will, da die operative Behandlung der Karzinome der weiblichen Geschlechtsorgane so schlechte Resultate zeigt. Operierte Fälle sind prophylaktisch zu bestrahlen. Zur Anwendung kommt bei der Strahlentherapie des Uteruskrebses stets die Kombination von Röntgen- mit Mesothorium- oder Radiumstrahlen, Die Röntgenstrahlen werden bei der Myombestrahlung durch 3 mm Aluminium gefiltert. Bei der Karzinombestrahlung kommen verschiedene Filter zur Anwendung und zwar umso stärkere, je tiefer das Karzinom liegt. Bei Mesothorium und Radium werden Bleifilter mit Aluminiumüberzug und darüber Gummiüberzug angewendet. Bumm gibt bei Metropathien und Myomen die Röntgenbestrahlung als sichere Methode an und verwirft Radium und Mesothorium dafür. Inoperable Karzinome werden jedenfalls gebessert, operable lokal sicher ausgeheilt. Über Rezidivbestrahlung ist noch nichts Sicheres zu sagen, die prophylaktischen Bestrahlungen nach Radikaloperationen scheinen erfolgreich zu sein. Zur Anwendung kommt Kombination von Röntgen (1000—2000 x) mit Mesothorium und Radium. Filterung für Röntgen 1—3 mm Al., für Mesothorium-Radium 1,5 mm Messing. Nach Winter sollen die operablen Fälle operiert und prophylaktisch bestrahlt werden, inoperable Fälle sollen bestrahlt werden. Heilungen hat Winter nicht gesehen, jedoch scheint es sich hier um ausschließliche Röntgenbehandlung zu handeln. Auch Opitz hat die operablen Fälle bisher operiert. Pankow gibt bei Metropathien und Myomen Mesothorium und Radium in Kombination mit Röntgen mit gutem Erfolg. Über die Strahlenbehandlung der inoperablen Karzinome hat er noch kein endgültiges Urteil. Operable Fälle wurden gut beeinflußt. Bei lokalen Rezidiven wurden in Kombination mit Röntgen gute, bei Drüsenrezidiven schlechte Erfolge erzielt.

Heft 8. Horn: **Traumatische Hämatocele der Bauchhöhle mit Röntgenbefund.** Durch die Röntgenuntersuchung wurde 3 Jahre nach einem Trauma des Leibes eine verkalkte Hämatozele der Bauchhöhle festgestellt, die sich als scharf umschriebener, ausgesprochener Schatten erkennen ließ in der linken Unterbauchgegend.

Heft 9. Albu: **Die Röntgendiagnostik der Verdauungskrankheiten in klinischer Bewertung.** Die Diagnostik der Speiseröhren- und Magenerkrankungen weniger der Darmkrankheiten wird durch die Radiologie wesentlich erleichtert. Das Röntgenbild liefert einen fast getreuen Abguß der kranken Organe mit einer Genauigkeit und Anschaulichkeit, wie wir sie früher nur auf dem Sektionstisch gewohnt waren. Die Röntgendiagnostik muß Hand in Hand mit der vollständigen klinischen Untersuchung gehen. Die Röntgenologie ist und bleibt eine technische Hilfswissenschaft und ist kein selbständiges Lehrgebiet.

Nonnenbruch (Würzburg.)

Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. Band 47. 48.

Aßmann: **Zur Röntgendiagnostik der Dünndarmstenosen.** Es konnten 5 einschlägige Fälle röntgenographiert werden, deren Bestätigung operativ bzw. autoptisch erfolgte. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen werden in folgende Schlußsätze zusammengefaßt: 1. In den vorliegenden Fällen ergab die Röntgenuntersuchung für die Diagnose und größtenteils auch für die Lokalisation der Stenose wichtige



Merkmale. Diese sind bedingt durch die Erweiterung und Gasblähung der prästenotischen Abschnitte und die Passagestörung für die Mahlzeit. 2. Die erweiterten Dünndarmschlingen erscheinen bei der Röntgenuntersuchung meist als lange, oft parallel nebeneinanderliegende, quer oder schräg durch das Abdomen ziehende Schattenbänder, an derem höchsten Punkte meist eine Gasblase sich befindet. An den Dünndärmen ist häufig sowohl im verschatteten gefüllten als auch bisweilen in dem gasgeblähten Teil deutlich eine den Kerckringschen Falten entsprechende Querrippung erkennbar. Die unterste Dünndarmschlinge ist durch ihre konstante Lage, quer über den Beckeneingang zum Coecum hinstrebend, ausgezeichnet, die übrigen sind in gedehntem Zustande untereinander nicht zu unterscheiden. 3. Demgegenüber sind die erweiterten Dickdarmabschnitte durch ihre mit Ausnahme der Flexura sigmoidea und etwa noch des Colon transversum mehr fixierte Lage, ihre relativ größere Breite und häufig durch die besonders in den luftgeblähten Teilen ausgeprägte Haustrenzeichnung kenntlich. 4. So wertvoll diese Merkmale bei typischem Verhalten auch sind, so sind sie doch nicht immer in klarer Weise ausgeprägt, namentlich bei den stärksten Graden der Dehnung und Blähung treten keine deutlichen Unterschiede in Breite und Form der Schlingen hervor. Es ist dann eine Entscheidung, ob diese oder jene Schlinge dem Dünn- oder Dickdarm angehört, recht schwierig bzw. unmöglich. Die Schwierigkeit der Lokalisation der Stenose wird dadurch erhöht, daß die Erweiterung und Gasbildung sich auf die höher gelegenen Teile, wie dies bereits Rieder hervorhebt, hin fortsetzt, z. B. bei einer Stenose des Kolons auf die Dünndarmschlingen, andererseits aber auch große Gasblasen unterhalb der Stenose, z. B. bei einer Dünndarmstenose an der Flexura lienalis auftreten können. 5. Wichtiger als ein Zustandsbild ist die dauernde Verfolgung der Wismutmahlzeit durch den ganzen Magendarmkanal. Diese deckt meist den Sitz der Passagestörung auf. Die hohe praktische Bedeutung dieser durch die Röntgenuntersuchung meist ermöglichten Lokalisation der Stenose liegt auf der Hand. 6. Einer Erwähnung wert scheint noch der Umstand, daß bei den 3 daraufhin untersuchten Fällen die Entleerung des Magens zweimal verzögert, einmal normal gefunden wurde. Sie betrug im Fall von Stenose des mittleren Ileum zwischen $7^1/_2$ und 9 Stunden, bei der Stenose des Colon transversum über $8^1/_2$ Stunden, bei der Ileocoecalstenose weniger als 6 Stunden.

Zentralblatt für Gynäkologie. 1914, Nr. 11. pg. 393.

v. Graff-Wien: **Über Versuche, die Heilungsdauer bei Myombehandlung durch Steigerung der verabreichten Röntgenmengen noch weiter abzukürzen.** Verf. hat die Wirkung der Gaußschen Bestrahlungen noch weiter erhöht durch Vermehrung der Bestrahlungsfelder, durch Steigerung der Dosis pro Feld bis auf 25 x und durch ausgiebige Verwendung der Vagina als Einfallspforte. Er kam hierbei auf Durchschnittswerte von 2413 x und Einzelserienwerte von 674 x. Die Erfolge waren, ohne Schädigungen, wie die beigegebenen 10 Krankengeschichten zeigen, durchaus ermutigende.

Nr. 6. pg. 225. Gunsett-Straßburg: **Zur Dosierung der Röntgenstrahlen.** Der Nachteil des Kienböckschen Quantimeters besteht darin, daß die applizierte Dosis nicht schon während der Bestrahlung abgelesen werden kann. Dies wird vermieden bei Sabouraud und Noiré, deren Radiometer jedoch nur für mittelweiches Röntgenlicht gilt. Allen praktischen Anforderungen genügt die von Hans Meyer-Kiel eingeführtr Methode der Handhabung des Sabouraudschen Instruments. Meyer variiert die Fokus-Dosimeterdistanz und erhält hierbei folgende Werte bei Fokus-Hautdistanz von 20 cm.

5 x	bei	einer	Fokusdosimeterdistanz	von	7	cm
6 x	„	„	„	„	7,7	„
7 x	„	„	„	„	8,4	„
8 x	„	„	„	„	9,0	„
9 x	„	„	„	„	9,5	„
10 x	„	„	„	„	10,0	„
12 x	„	„	„	„	11,0	„
14 x	„	„	„	„	11,8	„
16 x	„	„	„	„	12,6	„
18 x	„	„	„	„	13,4	„
20 x	„	„	„	„	14,1	„

Die Behandlung wird fortgesetzt bis Teinte B erreicht ist. Vorbedingung ist die Verwendung von Burgers Wasserkühlröhren oder Müllers Penetransröhren. Weiterhin gestattet der von Meyer angegebene Bestrahlungskasten eine auf den Millimeter genaue Entfernungseinstellung.

Nr. 11. pg. 399. E. Kaufmann: **Zur Frage der Röntgenbestrahlung bei Uterusblutungen.** Kasuistischer Beitrag eines Falles, bei dem drei Monate nach einer Kurettage wegen Aborts profuse Blutungen auftraten, nachdem inzwischen die Menses regelmäßig gewesen waren. Der vaginale Befund eines dem Uterus breitbasig aufsitzenden Tumors ließ die Diagnose auf ein Myom stellen. Aus äußeren Gründen mußte laparotomiert werden wobei sich der Tumor als eine interstitielle Gravidität herausstellte, der die Patientin sicher bei konservativer Behandlung erlegen wäre. E. Hayward (Berlin).



Archiv für Verdauungskrankheiten. Band XIX. Ergänzungsheft

Einhorn: **Weitere Erfahrungen mit dem Duodenalgeschwür.** Die Arbeit bringt an der Hand von 17 einschlägigen Fällen einen kasuistischen Beitrag zur Diagnose des Duodenalgeschwürs. Der Arbeit sind vier instruktive Röntgenogramme beigegeben, von denen das eine (Fig. 4) von besonderem Interesse ist. Auf diesem ist deutlich das dilatierte Duodenum sichtbar, das etwa 20 cm vom Pylorus entfernt, eine Obstruktion zu zeigen scheint. — Die Autopsie in vivo ergab hierfür allerdings kein Duodenalgeschwür, sondern einen Pankreastumor.

R. Roubitschek und M. Weiser: **Zur Diagnose des Magenkarzinoms.** Die Arbeit bringt an der Hand von 9 einschlägigen Fällen interessante Vergleiche zwischen dem chemischen und dem durch Röntgenstrahlen erhobenen Befunde des Magens. — Die Diagnose stimmte in 6 Fällen überein, in 3 Fällen mußte sie als zweifelhaft bezeichnet werden. — Hierzu 8 zum Teil recht gute Röntgenbilder. —

E. Kehrer: **Neue Beobachtungen über die Wirkungsweise von Atophan und Radium im Purinstoffwechsel und deren Bedeutung für Pathogenese, Diagnose und Therapie der Gicht.** Die Arbeit hat zum Ergebnis, daß sowohl Radiumemanation als auch Atophan allein angewendet, als Gichtspezifikum nur unvollkommen und sehr vorsichtig anzuwenden seien. — In ihrer gleichzeitigen Anwendung jedoch werden die einzelnen gichtspezifischen Unvollkommenheiten dieser Mittel aufgehoben, indem die durch Radium mobilisierte Harnsäure durch Atophan ausschwemmbar gemacht wird. — Die kombinierte Radium-Atophankur ist daher besonders in allen schweren Gichtfällen mit starken Uratablagerungen und Tophis zu empfehlen. — Über dauernde Heilerfolge bei diesem kombinierten Vorgehen konnte jedoch auch K. nicht berichten. Hörder (Godesberg).

Deutsch. Archiv f. klin. Med. 113. Bd. 3 und 4. Heft.

Th. Becker: **Die Analyse des Elektrokardiogrammes mittels der Röntgenkymographie.** Verf. hat zur gleichzeitigen Registrierung mit dem Elektrokardiogramm die von Gött & Rosenthal angegebene Röntgenkymographie verwandt, bei der die pulsatorischen Bewegungen der Herzkontur in Kurvenform auf eine hinter einem Schlitz eines Bleischirmes sich vorbeibewegende photographische Platte aufgezeichnet werden. Die Untersuchungen gelangen erst nach Vermeidung verschiedner technischer Schwierigkeiten. Darüber sowie über die Methodik muß im Original nachgelesen werden. Verf. gibt von 27 Registrierungen eine Anzahl Beispiele, seine Resultate sollen durch weitere Versuche ergänzt werden.

P. Baetge: **Über Wachstum und Perforation von Aneurysmen.** Verf. berichtet über 3 Fälle von wachsendem Aneurysma mit Perforation, die jahrelang klinisch und im Röntgenbild beobachtet sind. In 2 Fällen konnte auch unmittelbar nach dem Tode eine Aufnahme gemacht werden, der Befund wird durch beigegebene Abbildungen gut illustriert. Die bei der Röntgenuntersuchung anzuwendende Technik wird besprochen. In der Düsseldorfer Klinik wird nach der Durchleuchtung in sämtlichen Richtungen eine Aufnahme in dorsoventraler Sagittalrichtung gemacht. Direkte Messungen werden nicht vorgenommen. Bisweilen wird der Ösophagus durch Wismutbrei sichtbar gemacht, vor allem, um festzustellen, ob eine Kompression zur Wirbelsäule hin erfolgt.

Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie. 12. Bd. 1912.

Katsch und Borchers: **Beiträge zum Studium der Darmbewegungen.** Mit einer Einführung von G. v. Bergmann: **Zur Wirkung der Regulatoren des Intestinaltraktes.** Das Studium der Darmbewegungen, unter dem Einfluß der Röntgenmethodik begonnen, aber noch sehr in den Anfängen steckend, soll durch die von Katsch angegebene Methode des experimentellen Bauchfensters weitere Förderung erfahren; die durch das Cannonsche Röntgenverfahren am Menschen zu gewinnenden Ergebnisse sollen durch diese Methode des Tierexperiments kontrolliert werden. Die beiden Methoden sollen sich nach den Erfahrungen der Verfasser in vorteilhafter Weise ergänzen. Eine Beschreibung der beim experimentellen Bauchfenster angewandten Untersuchungstechnik gehört nicht in den Rahmen dieses Befundes. Untersucht wurden die Einwirkungen physikalischer (Kälte, Wärme, Massage, Elektrizität) und pharmakologischer Reize auf die Darmbewegungen.

Wiener med. Wochenschr. Nr. 38. 1913.

Freund: **Die Strahlenbehandlung der fehlerhaften Narben und Keloide.** Rote oder blaurote Keloide von Halberbsen- Notizbleistiftdicke können durch Röntgen- oder Radiumstrahlen ohne weiteres glatt beseitigt werden, auch etwas größere Geschwülste werden durch kräftige radioaktive Präparate günstig beeinflußt. Keloide über Bohnengröße, namentlich die von weißer Farbe, bleiben durch Strahlenbehandlung allein unbeeinflußt. Verf. sucht diese verschiedenartige Wirkung weniger in der Größe, als in der histologischen Struktur der behandelten Geschwülste. Junge, zellige Elemente mit reichlicher Vaskularisation (rote Keloide) geben ein viel besseres Objekt ab, als Binde- und elastisches Gewebe (weiße Keloide). Für diese letzteren Geschwülste ist das beste Mittel eine Kombination von Bestrahlungstherapie mit chirurgischer Vorbehandlung. Zwischen Röntgen- und Radium- bzw. Mesothoriumstrahlen hat Verf. keinen nennenswerten Unterschied gesehen. Einen gewissen Nutzen bietet die Be-



strahlung, mit oder ohne chirurgische Behandlung auch bei Fingerkontrakturen infolge Reduktion der Palmaraponeurose. Wiens.

Archives d'Electricité médicale. Nr. 376.

E. Spéder: **Verbiegungen der Wirbelsäule.** Nur die morphologische Analyse durch Radiographie gestattet zwischen kongenitalen und erworbenen Verbiegungen der Wirbelsäule zu differenzieren. Nur die Aufnahme von Radiogrammen gestattet mit Sicherheit die einzelnen Wirbel und Rippen darzustellen und ihre Veränderungen zu Abweichungen der Wirbelsäule in Beziehung zu setzen. Da Verbiegungen die Entfernung von Platte und Wirbeln verändern, müssen die Aufnahmen aus möglichst großer Entfernung stattfinden. Sp. empfiehlt bei Kindern Aufnahmen aus 1 bis $1^1/_2$ Meter Distanz. Das einfallende Strahlenbündel muß in dem Krümmungsmittelpunkt der Verbiegung auftreffen (Lokalisator). Kasuistische Mitteilung einer Beobachtung von kongenitaler Skoliose. (Tumorbildung der Regio lumbalis. Es ergab sich, daß 13 Brustwirbel, sowie $5^1/_2$ Lendenwirbel vorhanden waren. Der halbe Lendenwirbel war zwischen den ersten und zweiten Lumbalis links von der Mediane zwischengeschoben und war so difformiert, daß der erste und zweite Lumbalis nur durch die rechten Gelenkfortsätze miteinander in Verbindung standen. Es resultierte eine Drehung und Verschiebung von 3 Lendenwirbeln, als deren Folge eine scheinbare Tumorbildung sich manifestierte).

Petit: **Adenopathie.** Kasuistische Mitteilung: Bei einer Patientin bestanden neben Verdauungsbeschwerden, Marasmus Drüsenschwellungen der Submaxillar- und Zervikalregion. Zunächst war Jod und Tuberkulin angewandt worden. Angesichts der Verdauungsbeschwerden — die radiographische Untersuchung ergab keinerlei Anhaltspunkt für ein Ulkus — wurde täglich durch 7 Monate Diathermie angewandt. Mit ausgezeichnetem Erfolg, daneben fanden Bestrahlungen statt, welche die Drüsentumoren zur Rückbildung brachten (Sitzungen von 25 bis 30 Minuten, Filter von 1 mm Aluminium). Es fehlt u. a. die Blutuntersuchung.

Nr. 77. J. Bergonié: **Neue Tafeln der motorischen Punkte.** B. hat erneut die motorischen Punkte auf Tafeln auftragen lassen derart, daß in 6 Tafeln die Nerven- und Muskelpunkte des Kopfes, des Rumpfes, des Armes, des Beines und der Lende reproduziert sind. (Im ganzen 13 Originalzeichnungen). Die Tafeln geben andeutungsweise die Muskelreliefs wieder und enthalten in kleiner Schrift die für die Untersuchung notwendigen Angaben. (Namen der Muskeln, der Nerven usw.).

Fedor Haenisch: **Zur Radiographie der Knochen und Gelenke.** Übersichtsreferat, das in großen Zügen über die Fortschritte in den Kenntnissen des Knochensystems seit Anwendung der Röntgenstrahlen berichtet. Die Entwicklung der Orthopädie (bis dahin unbekannte Deformationen) ist zum großen Teil Folge der Anwendung des Röntgenverfahrens. Die Osteologie ist durch Erforschung der normal vorkommenden Skelett-Variationen vertieft worden, insbesondere sind die Kenntnisse der kongenitalen Abweichung erweitert worden so, daß man jetzt mit Sicherheit kongenitale und erworbene Deformationen trennen kann. Die Bedeutung der Radiologie für das Studium von Deformationen (Wirkung der Fußbekleidung, Knochenatrophien usw.) ist noch nicht abgeschlossen. Die vielfachen Variationen der Skelettbildung setzen differential-diagnostisch geschulte Erfahrung voraus. Besonders die radiologische Anatomie des kindlichen Skeletts (Knochenkern-Entwicklung) ist schwierig zu beurteilen. Gerade bei den Erkrankungen des Kindesalters (Epiphysenlösung, Rhachitis, Syphilis usw.) sind gute Kenntnisse des normalen Verhaltens unerläßlich. Ein eigenes Studium beansprucht die Radiologie des Myxödems, des Mongolismus, der Chondrodystrophie usw. Die Untersuchung der Frakturen (Diagnostik und Beurteilung des Verlaufs) ist durch die Röntgenuntersuchung vervollkommnet, ganz abgesehen davon, daß diese neue Krankheitsbilder aufgedeckt hat und die Indikationen chirurgischen Eingreifens usw. präzisiert (Fraktur-Behandlung). Die Radiographie ist für die Diagnose der Spondylitis, der Skoliose (Karies, Fraktur, Abszesse usw.) unentbehrlich geworden, z. B. einfache Unterscheidung der Spondylitis deformans und der Spondylitis ankylopoetika. Die frühe Diagnostik beginnender Veränderungen (Koxitis, Luxation der Hüfte) gestattet frühe zweckentsprechende therapeutische Maßnahmen. Die Differential-Diagnostik Rhachitis und Coxa vara congenita, arthritische Veränderungen, rhachitische und traumatische Läsionen, (Fußgelenks Tuberkulose und Plattfuß) hat seit der exakten radiographischen Untersuchung ganz erheblich gewonnen. Einzelne Teile des Knochensystems sind von einzelnen Autoren eingehend studiert worden so, daß ein an sich kleines Gebiet wie die Osteologie bereits weitgehend spezialisiert ist. Übrigens die Differential-Diagnostik von Knochentumoren (Syphilis, Sarkom) ist mitunter nach einer einzigen Radiographie zu stellen.

Mazérès: **Fremdkörper-Lokalisation.** Die Lokalisation der Fremdkörper erfolgt durch Aufnahmen mit Merkzeichen bei bekannter Röhren-Verschiebung. Die Kathoden-Entfernung muß bekannt sein. Die graphische Darstellungs-Berechnung aus Gleichungen bei ähnlichen Dreiecken ist zweckmäßig.

Alfred Scottwarthin: **Leukämische Veränderung unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen.** Die Röntgenstrahlen wirken unmittelbar zerstörend auf das leukämische Gewebe. Es werden Lymphozyten, Myelozyten, nächstdem erst die polynukleären Zellen geschädigt. Bei fortdauernder Behandlung findet Anpassung statt, derart daß weniger Abtötung und Zelldegeneration feststellbar wird. In der

Periode der Degeneration besteht eine erhebliche Produktions-Verminderung, besonders von Zellen des myeloischen Typus. In dem folgenden reaktivem Stadium schwinden die degenerierten und nekrotischen Zellen völlig und werden durch einen widerstandsfähigeren Zelltyp ersetzt.

Félix Allard: **Wärme- und Lichtbehandlung.** Die Wärme-Lichtbehandlung ist die Methode der Wahl bei der thermischen Behandlung der Gelenkversteifung deshalb, weil sie die in Betracht kommenden Faktoren „dunkle und strahlende Wärme, Licht- und chemische Strahlen“ in sich vereinigt. Die Wärme-Lichtbehandlung unterstützt wirksam die kinetische Behandlung und ist ebenso prophylaktisch bedeutungsvoll, wie im Verlauf chirurgischer Eingriffe unentbehrlich.

Bull. et mém. de la soc. de Radiologie de Paris. Februar 1914.

P. Darbois: **Verkalkungen in den Lungen.** Die Feststellung von Kalkherden, vor allen Dingen aber die Veränderung von Kalkschatten in den Lungen ist diagnostisch und prognostisch bedeutungsvoll. Das Vorhandensein eines Kalkschattens ist der Ausdruck einer meist tuberkulösen Infektion. Scharfe Begrenzung spricht für abgelaufene, verwaschene Kontur für aktive Prozesse. Wiederholte Untersuchungen gestatten den Nachweis der Vernarbung (scharfe Begrenzung), sowie der Dekalzifikation (verwaschne Zeichnung). Diese bedeutet nur bei Erwachsenen Fortschreiten des Krankheitsprozesses, bei jugendlichen Individuen werden gelegentlich Kalkdepots nach Ausheilung der Krankheit rasch resorbiert. Bei Erwachsenen bedeuten scharfe, intensive Schatten ausgeheilte Prozesse, Fehlen dieser bei klinisch sicherer Tuberkulose fortschreitende Zerstörung. Dekalzifikation bedeutet im allgemeinen ungünstigen, bzw. fortschreitenden Krankheitsverlauf.

E. J. Hirtz: **Die Radiographie im Kriege.** H. legt die Erfahrungen des russisch-japanischen Krieges der Berechnung der Verwundungen usw. zugrunde. Die Radiographie kommt nur in den stabilen Sanitätsformationen zur Verwendung, ist also für den Truppenverbandplatz usw. unnötig. Fraktur-Diagnose, Projektil-Lokalisation sind die wichtigsten Aufgaben der Röntgenologie im Kriege. Die Radioskopie ist überflüssig. Am meisten kommen Aufnahmen des Kopfes, Rumpfes und des Beckens in Frage. Auf ein Armeekorps entfallen nach einem Kampfe rund 500 Röntgenaufnahmen. Notwendig ist für Kriegszwecke ein schweres Automobil, das einen mächtigen Röntgenapparat (Motor mit Umformer), das ganze Hilfsinstrumentarium und einen hinreichenden Plattenschatz besitzt. H. hält für Kriegszwecke einen Apparat, der nach den Snookschen Prinzipien (Idealapparat) gebaut ist, für unumgänglich notwendig. In der Diskussion wird hervorgehoben, daß bei der Wahl des Apparates zu berücksichtigen ist, daß Schnell- und Blitzaufnahmen nicht erforderlich sind, daß also ein einfacher Induktor genügt.

O. Pasteau und J. Belot: **Urinrückfluß in den Ureter.** Bei einem jungen Mann bestand Urinrückfluß in den linken Ureter. Diese zystoskopische Feststellung ließ sich radiographisch (Kollargol-Füllung) erhärten. Bei Aufnahmen in Intervallen konnte bald höherreichende Ureter-Füllung mit Kollargol, bald mangelhafte Füllung dargestellt werden, je nachdem die Blasentraktion das Kollargol in den Ureter einpreßte oder die Ureterkontraktion den Ureter entleerte.

Lomon: **Radiographie mit Metallschirm.** Metallschirme als Verstärkungsschirme sind entsprechend der günstigen Transformation der penetrierenden Strahlung, für die Photographie ausgezeichnet geeignet. Bei der Verwendung von Metallfolien werden, selbst wenn penetrierende Strahlungen notwendig sind (9 B.) die Bilder kontrastreicher und freier von Schleierung.

A. Charlier: **Osteoperiostitis traumatica.** Untersuchung einer angeblich seit 14 Tagen bestehenden Verletzung des Zeigefingers durch fallendes Eisen. Die Photographie zeigte eine erhebliche Vergrößerung der Knochenschatten und vollständige Ossifikation. Es erhellte daraus, daß das 14 Tage zurückliegende Trauma nicht imstande gewesen sein konnte, so rasch tiefgreifende Veränderungen auszulösen. Es mußte also eine absichtliche oder unbeabsichtigte Täuschung vorliegen.

Jacques Tison: **Vielfache Mißbildung.** Vielfache Mißbildungen bei einem 4jährigen Kinde mit Gesichtsasymmetrie und Schiefhals. Die Radiographien erbrachten den Nachweis, daß rechts 13, links 11 Rippen mit teilweiser Verschmelzung vorhanden waren. Es bestanden auch Wirbelmißbildungen (Halswirbel), abnorme Stellung des Steißbeins. Das Kind zeigte übrigens auch eine Dextrokardie.

November 1913.

J. de Noble: **Radioaktive Körper.** Mitteilungen über das Laboratorium in Gif. Die Einrichtung dieses Instituts (Jacques Danne) gestattet die genaue Prüfung der radioaktiven Substanzen und ist gleichzeitig Lehrinstitut. Das Laboratorium verfügt über eine ausgezeichnete Bibliothek.

Paul Giraud: **Die Verwendung des Radiums.** Historische Darstellung (bei ziemlich eingehender Besprechung der physikalischen Radiumwirkung) der für die Therapie in Gebrauch befindlichen Apparatur und der Technik der Anwendung. G. reproduziert eine größere Kasuistik von mit Radium behandelten Epitheliomen, Sarkomen, Naevis, Keloiden, Tuberkulosen (Lupus), indem er Abbildungen in den verschiedenen Stadien der Behandlung beifügt.

Jacques Danne: **Radium-Emanation.** Abriß der physikalischen Wirkungen der Radium-Emanation, Darstellung der Emanations-Erzeugung und ihrer Anwendung.

Gaston Danne: **Methodik der Radium-Therapie.** Gegenwärtig benutzt man bald mehr die

Radium-Strahlung, bald mehr die Emanation. Die Anwendung der Strahlung setzt die Verwendung geeigneter Filter voraus. Die Energie wird mittels Elektroskop gemessen.

Henri Coutard: **Über Emanation.** C. bespricht die Emanations-Wirkung des Radiums, Thoriums, Aktiniums, Uraniums und des Poloniums, deren detaillierte Einzelheiten der Wiedergabe im Referat sich entziehen.

Journal de Physiothérapie. Nr. 133.

d'Oelsnitz: **Die Heliotherapie bei der Tuberkulose des Kindes.** Die Anwendung der Heliotherapie setzt eine richtige Indikationsstellung und genaue Überwachung voraus. Die Untersuchung der Temperatur, der Atmung, des Pulses und des Blutes gestattet sichere Feststellungen, ob normale Einwirkungen erreicht werden. Daneben muß auf das Allgemeinbefinden (Schmerzen sollen nachlassen, Husten verschwinden, das Gewicht zunehmen) geachtet werden. Eintreten der Pigmentation, Veränderungen der Tuberkulinempfindlichkeit sind zu beachten. Die stärkeren Reaktionen treten bei der Sonnenbestrahlung der chirurgischen Tuberkulose auf. Für die Heliotherapie geeignet sind alle Formen tuberkulöser Erkrankung, am meisten vielleicht peritoneale Tuberkulose. Es sind überhaupt die kindlichen Erkrankungen eher Domäne der Heliotherapie als die Erwachsener. So reagieren beim Kinde z. B. die renalen Formen der Tuberkulose besser auf Lichtbehandlung als die Erwachsener. Das gleiche gilt für die tracheobronchiale Drüsenerkrankung, während häufig die gemeine Lungentuberkulose des Kindes mit ihrer Neigung zur rascheren Verbreitung durch die Heliotherapie nicht günstig beeinflußt wird.

d'Oelsnitz: **Einwirkungen der Heliotherapie.** Die Heliotherapie ist besonders bei den tuberkulösen Affektionen des Kindesalters einer der wichtigsten Heilfaktoren. Die Heliotherapie wirkt auf Temperatur, Puls und Respiration ein. Die Temperatur steigt stets am Ende der Kur an, um einige Zehntel Grad bis zu einem Grad. Gewöhnlich findet man unmittelbar einen Anstieg, der bald etwas abflaut. Atmung und Pulszahlen steigen ebenfalls im Verlaufe der Kur an, nachdem allerdings im ersten Beginn der Sonnenwirkung eine Senkung stattgehabt hatte. Die Blutdruckzahlen variieren unmittelbar und im Verlaufe der Behandlung nicht unerheblich, gewöhnlich steigt die Amplitude an. Was die Blutänderung anlangt — 75 Untersuchungen — so findet gesetzmäßig eine Zunahme der Eosinophilen statt. Wiederholte Tuberkulinhautreaktionen zeigen, daß im Verlaufe der Behandlung die Empfindlichkeit wächst, manchmal derart, daß nach einer erreichten maximalen Empfindlichkeit die Reaktionsfähigkeit wieder absinkt.

Tixier: **Die Behandlung der Drüsentuberkulose im Beginn.** Bericht über 10 Fälle beginnender Drüsentuberkulose, die kombiniert heliotherapeutisch und radiotherapeutisch behandelt wurden. Während die Heliotherapie eine allgemeine, den ganzen Organismus in Mitleidenschaft versetzende Methodik ist, ist das radiotherapeutische Verfahren lediglich lokal wirksam. Die Sonnenbestrahlungen hatten auf offener See im Boot statt und dauerten $^1/_2$ bis mehrere Stunden. Es soll die Mundtemperatur nur um $^4/_{10}$ bis $^5/_{10}$ Grad ansteigen. Radiotherapeutisch kamen 8- bis 14tägige Sitzungen, jedesmal $3^1/_2$ H unter einem Filter von 2 mm Aluminium zur Verwendung. Unter der Wirkung der Sonnenstrahlen verschwinden die Schmerzen und es setzt Pigmentierung ein. Beginnende Eiterung wird hintangehalten und das entstellende chirurgische Eingreifen unnötig gemacht. Es werden damit auch die sonst banalen sekundären Infektionen vermieden. Notwendig natürlich ist es, die kleinen Kranken täglich und längere Zeit hindurch zu besonnen. Das warme Klima der Riviera ist der kalten Schweizer Sonne überlegen. T. ist geneigt, die günstigen Wirkungen nicht den blauen und ultravioletten Strahlen, sondern den Wärmestrahlen und der Lichtwirkung zuzuschreiben.

American Journal of Röntgenology. Jan. 1914.

Wm. S. Newcomet: **Beeinflussung der Raynaudschen Krankheit durch Röntgenstrahlen.** Kasuistik von 2 Fällen, es wurde während der Dauer eines halben Jahres zwei- bis dreimal wöchentlich 1 X appliziert, mit dem Ausgang in vorläufige Genesung. Wenn der Autor bedauert, daß die Qualifikation der Radiologen oft nicht ausreiche, so ist zu bemerken, daß derartige Erfolge der Revision bezüglich der Diagnose, sowie des weiteren Verlaufs bedürfen, selbst wenn sie von qualifizierten Radiologen berichtet werden.

Geo F. Thomas: **Die Röntgendiagnostik bei mediastinalen Veränderungen.** Die Diagnostik der mediastinalen Läsionen ist durch die Röntgenuntersuchung vertieft worden (erleichtert dürfte eher zutreffen d. Ref.) Th, bringt eine größere durch gute Abbildungen gestützte Kasuistik: Pneumothorax Struma substernalis, Aortitis, Aneurysma, Perikarditis, andere Mediastinaltumoren, Divertikel und Karzinom des Ösophagus (ich warne erneut vor der einseitigen Überschätzung und Anwendung des Röntgenverfahrens. Es darf dieses nur eine Methode sein, die neben und mit den anderen angewendet das Erkennen vertieft. Ref.).

Roland Hammond: **Die Radiographie in der Prognose der Knochentuberkulose.** Die wiederholte Röntgenuntersuchung tuberkulöser Knochenprozesse vertieft das therapeutische und prognostische Können. Aus dem Auftreten oder Ausbleiben von Atrophie, dem Verschwinden oder Manifestwerden von



Kalkablagerungen, der auf einer Serie von Platten feststellbaren Femurkopfwanderung (Koxitis) lassen sich bestimmtere Voraussagen für den weiteren Verlauf, sicherere Indikationen für zu treffende therapeutische Maßnahmen (Bettbehandlung, Umhergehen usw.) ableiten.

Archives of the Röntgen Ray. Nr. 163.

Arthur F. Hertz: **Transpositio viscerum.** Kasuistische Mitteilung: 29jähriger Mann mit Gastritis alkoholika, der abgesehen von Dextrokardie ebenso Situs inversus des Magens und Darms hatte.

Alfred C. Jordan: **Die Dickdarmperistaltik.** Die Passage der Kotsäule im Kolon erfolgt durch Austreibung (Kompression) in sich steifende und nicht mehr dilatationsfähige Darmteile. Abgesehen von wenigen Minuten ist Peristaltik am Kolon während eines ganzen Tages nicht feststellbar. Die haustrale Segmentation besteht auch in der Ruhe. Die peristaltische Welle läuft so ab, daß eine starke Kontraktion der zirkulären Fasern einsetzt, während gleichzeitig die distalen Teile unter Verlust der Haustrenbildung zu einem geraden Rohre gestaltet werden, in dem durch Weiterschreiten der proximal einsetzenden starken Kompression die Kotfortbewegung statthat. Die selten sichtbaren Kolonbewegungen beginnen während des Essens oder bald nachher (z. B. nach dem Frühstück). Auch die Defäkation selbst kann Kolonperistaltik in proximal gelegenen Abschnitten auslösen. Die normalen Kolonbewegungen laufen unbemerkt ab, während gelegentlich einsetzende Peristaltik (nach Erregung, Laxantien, nach Erbrechen, bei Kolitis) sich oft recht lebhaft bemerkbar macht (Koliken). Nach J. sind Rieders Beobachtungen (Peristaltik, Antiperistaltik, Oszillation, große tonische Kontraktionen) falsch eingeschätzt. Nach J. stellen die Photographien R.s nur Bilder während und nach Kontraktionen dar. Die Auffassung ist irrig, weil die Aufnahmen im Stehen erfolgten (Verzerrungen, falsche Projektion). Zur Beurteilung der Kolonperistaltik sind Leuchtschirmuntersuchungen am liegenden Kranken erforderlich. J. hat seine Beobachtungen bei Kranken während des Essens, nach Klysmen, bei Kranken mit Fistel, Kolitis, Diarrhoe angestellt und die Ergebnisse mit Untersuchungen bei Gesunden verglichen. Stets ist der Bewegungsvorgang derselbe, nur die Schnelligkeit des Ablaufs wechselt, entsprechend der Flüssigkeitsmenge und dem Druck derselben. Bei höherem Druck wird durch eine Kompression der ganze Inhalt auf einmal ins Rektum bewegt. So kann binnen 4 Minuten die im Zökum einsetzende zirkuläre Schnürung die ganze Wismutmasse ins Rektum weiterbefördern. Die Passage erfolgt dabei stetig in der gleichen Richtung mit dem gleichen Effekt, es kann ein andermal aber auch der ganze Vorgang sich in wenigen Sekunden abspielen (Diarrhoe, Klysmen). Gewöhnlich dauert die Passage von der Flexura lienalis bis zum Rektum 2 bis 5 Minuten, stets aber in der gleichen Weise und bei gesunden Menschen mit dem gleichen Effekt. Bei Erkrankungen des Darmes kann trotz bestehender Koliken und Sekretion die Weiterbewegung des Inhalts gestört sein. Aber auch in solchen Zuständen hat J. Antiperistaltik und Oszillationsperistaltik nicht beobachtet.

März 1914.

E. Thurstan Holland: **Tricho-Bezoar.** Kasuistische Mitteilung: Bei einem 16jährigen Mädchen bestand seit 10 Jahren eine Bauchgeschwulst, deren genetische Zugehörigkeit unklar blieb. Vor einer Reihe von Jahren hatte sie ständig Nahrung erbrochen, neuerdings nur gelegentlich. Die Röntgenuntersuchung zeigte Unabhängigkeit des Tumors von der Leber, deren Rand sich bei Gasfüllung des Kolons gut abhob. Nach Wismut-Mahlzeit erschien zunächst eine der Geschwulst aufsitzende Wismut-Kappe, später verteilte sich die Wismutmasse zwischen den Magenwänden in dem enormen Tumor (J-Form). Die Operation bestätigte die Röntgendiagnose Tricho-Bezoar.

Anales of Surgery. Februar 1914.

Emil G. Beck: **Wismut-Behandlung eiternder Höhlen und Empyeme.** B. berichtet über seine Erfahrungen bei 1100 Fällen. Er injiziert in eiternde Höhlen, Fisteln Wismut-Vaseline. (33 % Bismutum subnitricum). Radiogramme nach der Injektion zeigen klar die Ausdehnung und Verzweigung der Fistelgänge und decken recht häufig das Krankheitsbild auf, das bei vielfachen, vorausgegangenen chirurgischen Eingriffen nicht gefunden wurde. Das einfache Studium des Röntgenbildes gestattet zwischen operablen und inoperablen Fällen zu differenzieren. Die Methode der Wismut-Injektion ist nicht nur diagnostische, sondern vor allem therapeutische Methode. Vielfach heilen die Erkrankungen im Anschluß an die Injektionen aus. Es gilt dies selbst für lange bestehende chronische Eiterungen. Diese Feststellung läßt es angezeigt sein auch prophylaktisch, um die Entstehung von Fisteln hintan zu halten, Wismut-Vaseline zu injizieren. B. reproduziert ausgezeichnete Aufnahmen als Beleg für die falsche klinische Diagnose und die Aufklärung durch das Röntgenbild. (Eine Rektalfistel erwies sich als Wirbel-Karies usw.). Wenn manche Autoren über Fehlerfolge berichten, so liegt es gemeinhin an der schlechten Technik. Die Injektionen zur Behandlung sollen den Krankheitsherd erreichen. Dann genügt für den Heilerfolg mitunter eine einzige Injektion. Die einzige Gefahr besteht in der Möglichkeit der Wismut-Vergiftung. (Warum verwendet B. nicht Wismut-Karbonat? Ref.). Ausgeschlossen von der Behandlung sind selbstverständlich frische Entzündungen, Fälle mit Sequester-Bildung und Fremdkörpern. Zur Vermeidung der Wismut-Vergiftung schlägt B. vor, möglichst kleine Mengen zu injizieren, größere nicht länger als 10 Tage injiziert zu lassen.

C. Klieneberger (Zittau).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Band XXII Ausgegeben am 3. Juli Heft 3

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. v. **Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. v. **Bruns** in Tübingen, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Privatdozent Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Kienberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. v. **Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt.

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1914

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—)

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)



Hundert Fälle von Frauenleiden mit Röntgenstrahlen behandelt.

Von

Dr. **Richard Sielmann,** München.

Auf dem 7. Kongresse der Deutschen Röntgengesellschaft im Jahre 1911 faßte ich in einer Diskussionsbemerkung zu dem Vortrage des Herrn Professor Albers-Schönberg: „Die Röntgentherapie in der Gynäkologie" meine Erfahrungen auf diesem Gebiete dahin zusammen, daß die Röntgenbestrahlung unter gewissen Kautelen bei klimakterischen Blutungen und Myomen ein absolut zuverlässiges Mittel sei.

Da ich nach dieser Zeit im ganzen 100 Fälle von Frauenleiden mit Röntgenstrahlen behandelt habe, komme ich der freundlichen Aufforderung des Herrn Herausgebers dieser Zeitschrift nach und will im folgenden über meine erzielten Resultate berichten.

Die für ein Privatinstitut immerhin nicht ganz kleine Zahl von 100 Fällen verdanke ich ca. 40—50 praktischen Ärzten und Gynäkologen Münchens, die mit kritischem Auge sämtliche Fälle mit beobachtet und untersucht haben. Hauptsächlich deren Angaben sind in den Tabellen vermerkt, da ich der Ansicht bin, daß nur durch Zusammenwirken des Gynäkologen mit dem Röntgenologen ein ganz objektives Urteil gewonnen werden kann.

Die in den Tabellen aufgeführten 100 Fälle umfassen:

I. 32 Myome.
II. 10 Fälle von Metropathien.
III. 8 Fälle von klimakterischen Blutungen.
IV. 9 Fälle von Dysmenorrhoen.
V. 16 Fälle von malignen Erkrankungen der Genitalien.
VI. 25 Fälle von Erkrankungen der Mamma.

Bezüglich der Technik hielt ich mich anfangs an die sogenannte Hamburger-Methode und bin derselben im großen und ganzen auch treu geblieben. Wenn ich auch zur Felderbestrahlung nach Freiburger Methode übergegangen bin, so bewegen sich doch die verabfolgten x immer in kleinen und mittleren Dosen. Bei meinen Bestrahlungen bediene ich mich des Polyphos-Universalinduktors mit Simon-Unterbrecher, in letzter Zeit auch eines Gasunterbrechers. Als Röhren bevorzuge ich die Polyphostiefentherapieröhre und die Müllerschen Wasserkühlröhren, meist ohne permanente Kühlung. Der Abstand der Haut vom Fokus der Röhre betrug früher 28—30 cm mit Kompression, jetzt im Durchschnitt 20 cm ohne Kompression. Die Röhren sind hart, 14—22 cm parallele Funkenstrecke, 8—10 Ampère im primären, 0,5—2 Milliampère im sekundären Stromkreis. Als Filter wurde früher Leder, jetzt 3 mm Aluminium verwendet. Gemessen wird nach Sabouraud-Noiré-Holzknecht, hie und da mit Kienböckstreifen zur Kontrolle verglichen.

Bei Myomen und Metropathien nehme ich 7 Felder, 4 auf dem Abdomen, je eines von jeder Seite, eines vom Rücken aus. Jedes derselben hat 9 cm Umfang, abgedeckt wird mit Bleiblech und doppelter Lage von Bleigummi. Jedes Feld erhält im Durchschnitt 10—15 x, dann dreiwöchentliche Pause. Um etwas schneller zum Ziele zu kommen, bediene ich mich eines 2. Polyphosapparates und bestrahle gleichzeitig von 2 Seiten. Bei klimakterischen Blutungen und Ca. wird je ein Feld vorn und hinten bestrahlt, bei letzterem verwende ich



vor allem ein vaginales Bleiglasspekulum, wo ich dann bis zu 30—40 x pro Serie unter 3 mm Aluminiumfilter appliziere. Bei Dysmenorrhoen bestrahle ich von 2 Einfallspforten aus, hier handelt es sich ja meist nur um kleine Dosen. Bei Erkrankungen der Mamma werden 2—3 Felder abgeteilt und besonders die Achselhöhle in das Bereich der Bestrahlung gezogen, einschließlich der gesunden Seite.

Von den 32 Myomen sind 20 (2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27) vollständig durch die Behandlung geheilt, d. h. es ist Amenorrhoe eingetreten, der Tumor ist in einem kleinen Teil der Fälle fast vollständig geschwunden, in einem anderen Teil mehr oder minder kleiner geworden, die aus der Blutung und der Größe des Tumors resultierenden Beschwerden sind gehoben. In 6 Fällen wird die Behandlung noch fortgesetzt, 6 weitere (1, 3, 4, 14, 17, 22) mußten operiert werden. Es ist interessant, den Gründen nachzugehen, warum hier die Röntgenbehandlung versagte und die Operation erfolgen mußte. Fall 1 und 3 stammen aus dem Jahre 1911, die Dosis war sicherlich zu gering, die Technik noch mangelhaft. Nr. 4 mußte wegen gleichzeitiger Appendizitis operiert werden, wobei das mitentfernte Ovar, obwohl nur 40 x verabfolgt waren, bei der mikroskopischen Untersuchung Degeneration der Graafschen Follikel zeigte, ein Beweis von der starken Radio-Sensibilität des Eierstocks. Bei Nr. 14 wäre durch nachhaltige Bestrahlung eventuell noch ein Erfolg zu erzielen gewesen, doch war die Frau sehr ausgeblutet und der betreffende Gynäkologe glaubte mit der Operation nicht länger warten zu dürfen. Nr. 17 hat wegen Fehldiagnose nur eine Serie erhalten. Bei einer späteren Untersuchung in Narkose stellte es sich heraus, daß eine Ovarialzyste und nicht ein Myom vorlag. Bekanntlich ist hier die Differentialdiagnose zuweilen sehr schwer, fast unmöglich. Dagegen war Nr. 10 als Blasentumor diagnostiziert worden, während es sich in Wirklichkeit um ein Myom handelte. Wenn ein solches sich gegen Röntgenbestrahlung refraktär verhält, soll man daran denken, daß hier leicht Fehldiagnosen (Ovarialzyste, Blasentumor usw.) vorkommen können. Bei Nr. 22 war neben dem zur Bestrahlung überwiesenen Myom von vorne herein eine komplizierende Zyste diagnostiziert worden. Da aber körperliche Minderwertigkeit infolge sehr starker Kyphoskoliose bestand, war der Versuch mit Röntgenstrahlen gerechtfertigt. Der Leib nahm, wohl durch Verkleinerung der Myome, um einige Zentimeter ab, da aber die von der Zyste herrührenden Beschwerden stärker wurden, mußte zur Operation geschritten werden.

Das Alter meiner Myompatientinnen schwankt zwischen 28 und 53 Jahren. Bei Nr. 5, 11 und 21 handelt es sich um jugendliche Individuen im Alter von 28, 33 und 35 Jahren. In allen 3 Fällen gelang es, den Tumor kleiner, ja bei Nr. 5 fast zum Verschwinden zu bringen, in 2 Fällen trat Amenorrhoe ein, im 3. Falle Oligomenorrhoe nach vorangegangener Amenorrhoe. Der Erfolg bei diesen 3 Myomen Jugendlicher darf wohl ganz besonders hervorgehoben werden, da die Röntgenbehandlung hier noch sehr der Kontroverse untersteht und von verschiedenen Seiten, auch von röntgenologischer, in solchen Fällen mehr der Operation das Wort geredet wird. Meines Erachtens zu Unrecht. Denn wenn Uterus und Ovarien mitentfernt werden müssen, ist sicherlich der Röntgenbestrahlung der Vorzug zu geben, zumal nach Bordier trotz des anatomischen Schwundes der Graafschen Follikel die innere Sekretion erhalten bleibt. Die Ovarien können sich regenerieren, es kann sogar wieder Schwangerschaft erfolgen. Wir sollten uns daher von der Anschauung frei machen, daß Bestrahlung der Myome nur jenseits der vierziger Jahre Erfolg verspreche. Ebenso wie ich der Ansicht entgegentreten möchte, daß die Bestrahlung der Myome nur bei wohlhabenden Frauen erfolgen solle, während Angehörige der Arbeiterklasse besser operiert werden. Gerade hier ist die ambulante Röntgenbehandlung ein Segen, die Frau und Mutter braucht nicht auf mehrere Wochen ins Krankenhaus, wird ihrem Gatten und den Kindern absolut nicht entzogen und kann ihren Pflichten während der ganzen Dauer der Behandlung ungestört nachkommen. Daß ferner auch bei gewandtester Technik mit der Operation gewisse Gefahren verbunden sind, braucht hier nicht erst erörtert zu werden. Die Röntgenbehandlung birgt bei der heutigen Technik nur noch ganz

minimale Gefahren in sich. Es wäre zwar falsch zu behaupten, daß bei der heutigen 3 mm Aluminium-Filter-Technik nicht auch einmal ein Erythem vorkommen könnte, im ganzen wird das aber doch recht selten sein. Ich habe bei meinen sämtlichen 100 Fällen eigentlich nur zweimal ein Erythem gesehen, wovon das eine (6) auf einen Diabetes zurückzuführen ist. Die Abheilung erfolgte in relativ kurzer Zeit. Braunfärbung und leichte Abschilferung der Haut zeigte sich in 2—3 Fällen, meist trat nach 3—4tägigem Einpudern Restitutio ad integrum ein. Von sonstigen Belästigungen durch die Röntgenbehandlung sah ich hie und da Brechreiz, Magenweh, Angabe von Gummigeschmack, leichtes Übelsein, Kopfschmerzen, Verstopfung, Durchfall usw. Von Ausfallserscheinungen sah ich nur solche leichterer Natur. In einem Falle verschwanden — ein reines Kuriosum — die seit frühester Jugend bestehenden und außerordentlich lästigen „kalten Füße“ mit dem Eintreten der künstlichen Klimax. Den von Gauß beschriebenen Röntgenkater habe ich nie wahrgenommen, allerdings kamen nur kleine und mittlere Dosen stets in Anwendung. Der Erfolg bei meinen Myompatienten trat schon bei 46 x ein, die höchste Zahl, die bis zum Eintreten des Erfolges zur Anwendung kam, war 233 x, der Durchnitt betrug 90 x. Prophylaktisch wurden dann noch einige Zeit immer 1 bis 2 Serien verabfolgt. Daß bei diesen geringen Dosen eine Spätschädigung eintreten könne, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Trotz der kleinen Dosen sah ich selten vermehrte Blutungen im Beginne der Behandlung auftreten, was doch von den Anhängern der großen Mengen Röntgenlichts immer gegen die geringen Dosen ins Feld geführt wird.

II. Metropathie. (33—42.)

Bei meinen 10 Fällen von Metropathie ist in 5 Fällen (33, 34, 38, 40, 42) Amenorrhoe und Verkleinerung des Uterus eingetreten, in allen übrigen Fällen sind die Menses auf die Norm zurückgeführt worden, während meistens am Uterus eine Verkleinerung nachzuweisen war. In keinem Falle ist ein Rezidiv eingetreten, auch nicht bei den Fällen, über die ich auf dem Röntgenkongresse 1911 berichtete, die also schon 4—6 Jahre zurückliegen. Daher war auch in keinem Falle eine nachträgliche Operation notwendig. Das Alter dieser Patientinnen schwankte zwischen 29 und 48 Jahren. Die Grenzen der nötigen Menge Röntgenstrahlen bis zum Eintritt eines Erfolges lagen hier zwischen 48 und 250 x, im Durchschnitt 118 x. Prophylaktisch wurde — wie die Erfahrung lehrte, mit Erfolg — dann immer noch nach einiger Zeit eine Serie verabfolgt.

III. Klimakterische Blutungen. (43—50.)

Von den in der Tabelle aufgeführten 8 Fällen klimakterischer Blutungen wurden 7 Patientinnen amenorrhoisch unter Verkleinerung des Uterus, nur bei einer 50jährigen stark ausgebluteten Frau trat nach anfänglichem Aufhören der Blutung plötzlich so starker Blutverlust ein, daß der hinzugerufene Gynäkologe die Totalexstirpation ausführte. Der Fall stammt aus dem Jahre 1911 und dürfte bei etwas größerer Dosis — es wurden im ganzen nur 12 x verabfolgt — und der heute geübten Technik zur Heilung gekommen sein. Das Alter der Patientinnen schwankt zwischen 48 und 54 Jahren, die erfolgreiche Dosis zwischen 18 und 170 x, im Durchschnitt 60 x. Rezidive, die hier sehr leicht vorkommen können, werden am besten durch einige prophylaktische Nachbestrahlungen bekämpft.

IV. Dysmenorrhoen. (51—59.)

Bei den 9 in der Tabelle aufgeführten Fällen von Dysmenorrhoen war bei 5 Patientinnen ein dauernder Erfolg zu verzeichnen, bei 3 anderen konnte bedeutende Besserung erzielt werden,



während bei einem 18 jährigen, an psychischer Depression leidenden jungen Mädchen nach anfänglicher Besserung die Schmerzen bei den nächsten Menstruationen in derselben Stärke auftraten.

Gegen die Behandlung der Dysmenorrhoen mit Röntgenstrahlen ist geltend gemacht worden, es könne unter Schädigung des Eies Gravidität eintreten. Obwohl doch nun schon einige Jahre bei Dysmenorrhoen Röntgenstrahlen in Anwendung kommen, ist trotz sicher fest gestellter Gravidität niemals über Schädigungen der Frucht etwas bekannt geworden. Der zweite Vorwurf, der hier und da erhoben wird, die Röntgenstrahlen wirkten bei Dysmenorrhoen nur suggestiv, wird durch Nr. 52 glänzend widerlegt. Obwohl hier nur 14 x verabfolgt worden sind, wurde die Menstruation von einem zum anderen Male schwächer, um schließlich einige Wochen ganz auszubleiben. Ein erneuter Beweis für die hohe Radiosensibilität der Ovarien. Das Alter meiner Patientinnen schwankt zwischen 18 und 43 Jahren die zum Erfolg notwendige Dosis zwischen 14 und 50 x, im Durchschnitt 27 x. Schädigungen irgendwelcher Art sind niemals zur Beobachtung gekommen.

V. Maligne Erkrankungen der Genitalien, incl. eines Falles von Ca. urethrae. (60—75.)

Von den 16 Erkrankungen an Ca. gehören 3 (64, 66 und 74) zu den inoperablen, und zwar handelt es sich in allen diesen Fällen um ein Cervix-Ca. Von diesen ist eine Patientin, nachdem Blutung und Schmerzen nachgelassen und das Allgemeinbefinden sich gebessert hatte, an einer Apoplexie im Alter von 61 Jahren an Exitum gekommen; bei den zwei anderen haben die Blutungen zessiert, die Schmerzen sind verschwunden, die Portio hat sich gereinigt, im ganzen also ein recht guter Erfolg. Wegen Rezidivs wurden im ganzen 8 Fälle bestrahlt, von denen der eine sich der Behandlung entzog, während bei dem zweiten die Röntgenbestrahlung aufgegeben wurde, da das Chorionepitheliom anscheinend infolge dieser Behandlung noch stärker zu bluten anfing. Die restierenden 6 Fälle wurden insofern günstig beeinflußt, als die Blutungen nachließen, die Schmerzen sich verminderten, das Allgemeinbefinden sich hob, bei einzelnen auch direkt objektive Zeichen der Besserung, wie Zurückgehen der Infiltrationen, Glatterwerden und Vernarben der exulzerierten Stellen, sich bemerkbar machten.

Die vier nach Ca. Operation prophylaktisch bestrahlten Fällen (62, 65, 68, 69) weisen bis heute kein Rezidiv auf, von denen der älteste Fall allerdings erst 2 Jahre alt ist. Sämtliche Ca. sollen noch weiter bestrahlt werden, da ganz im Gegensatz zu den bisher besprochenen Erkrankungen hier große Dosen und über einen langen Zeitraum verteilt in Anwendung kommen müssen. Nur so wird es möglich sein, bei den Ca. bessere Resultate zu erzielen, wie es bisher durch die chirurgischen Maßnahmen allein möglich war.

Bei den operablen Ca. soll meines Erachtens nach vorläufig die Röntgentherapie nicht in Konkurrenz mit der chirurgischen treten, hier soll sie dieselbe nur ergänzen und prophylaktisch wirken. Diese Prophylaxe und die Bestrahlung bei inoperablen Fällen wird wohl ihr eigenstes Gebiet sein und bleiben.

Zu den 15 Ca. Fällen des Uterus gesellt sich noch ein Fall von Ca. urethrae, wo durch Verabfolgung von nur 24 x ein Weicherwerden und teilweises Schwinden der Ca.-Massen erzielt wurde, während das vorher sehr behinderte Urinieren schmerzlos erfolgen konnte.

VI. Erkrankungen der Mamma. (76—100.)

Mit Ausnahme von einem Falle von anormaler Sekretion der Brustdrüse (76), die durch Röntgenbestrahlung günstig beeinflußt wurde, gehören sämtliche Erkrankungen auf diesem Gebiete dem Ca. (bzw. darauf verdächtig) an, und zwar wurde hier genau wie in Gruppe 5 das in-

operable Ca., ferner das Rezidiv und etwaige karzinomatöse Drüsen bestrahlt, und schließlich prophylaktisch nach Ca.-Operationen die Röntgenbestrahlung in Anwendung gebracht. Neuhinzugekommen bei dieser Gruppe ist der Versuch Ca. oder ca.-verdächtige Erkrankungen der Mamma durch Röntgenbestrahlungen zu beeinflussen (87, 91, 92, 95 und 97). Primoloko habe ich auch hier in jedem Falle zur Operation geraten und erst nach strikter Ablehnung derselben bin ich zur Röntgentherapie übergegangen, in den meisten Fällen mit dem Erfolg, daß die Schmerzen nachgelassen haben und der Tumor kleiner wurde. Ob sich hier die Operation in einigen Fällen wird vermeiden lassen, muß die Zukunft lehren. Ständige Kontrolle des Arztes ist unerläßlich.

Das inoperable Ca. wird durch Röntgenbestrahlung zuweilen außerordentlich günstig beeinflußt, so sehen wir (Nr. 89) eine blumenkohlartige, handtellergroße exulzerierte Stelle mit Zerstörung der linken Mamilla und Infiltration der linken Achseldrüsen vollständig zuheilen. Es entsteht eine glatte Narbe, die Achseldrüsen verschwinden. Rezidive sind hier allerdings außerordentlich häufig, so daß Nachbestrahlungen notwendig werden.

Die prophylaktische Bestrahlung nach Operationen wegen Mamma-Ca. scheinen sich außerordentlich zu bewähren, wenn auch eine definitive Entscheidung darüber, ob das Rezidiv bei Röntgenbestrahlung seltener werden wird, erst im Verlaufe vieler Jahre und auch dann nur an der Hand einer großen Statistik getroffen werden kann. Einige meiner operierten Fälle sind nach Aussage der betreffenden Chirurgen recht schwere gewesen, so daß hier ein Ausbleiben des Rezidivs auf die Dauer von 2—3 Jahren, wie das bei einigen meiner Fälle zutrifft, immerhin schon erwähnenswert zu sein scheint. Wissen wir doch aus Erfahrung, daß das Mamma-Ca. zuweilen nach kurzer Zeit in der bösartigsten Form rezidiviert.

In den letzten Monaten habe ich nach dem Vorgange von Professor Werner-Heidelberg bei meinen sämtlichen Ca.-Kranken neben der Röntgentherapie intravenöse Enzytolinjektionen gemacht. Die Zeit ist noch zu kurz, um schon ein definitives Urteil über die Wirkung der Kombination beider Mittel haben zu können. Immerhin glaube ich in einigen Fällen eine Unterstützung der Röntgentherapie im Enzytol gefunden zu haben.

Wenn ich die aus der Behandlung dieser 100 Fälle gemachten Erfahrungen noch einmal zusammenfassen darf, so ergibt sich folgendes:

1. Myome, Metropathien, klimakterische Blutungen und Dysmenorrhoen sind in den meisten Fällen durch Röntgenbestrahlung der Heilung zuzuführen. Hierzu genügen kleine und mittlere Dosen Röntgenlichtes. Nur in einem geringen Prozentsatz verhalten sich diese Erkrankungen gegen Röntgenbestrahlung refraktär und kommt dann anderweitige Therapie, besonders die chirurgische, in Frage.

2. Maligne Erkrankungen der Genitalien und der Mamma sind in erster Reihe operativ zu behandeln. Jeder operierte Fall muß der prophylaktischen Röntgenbestrahlung zugeführt werden.

3. Alle nicht operablen malignen Tumoren sind ausgiebig und in größeren Dosen mit Röntgenstrahlen zu behandeln.



Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome. Objektiver Befund. Diagnose	Beginn der Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Erfolg nach ? Serien	? x	? Zeit	Im ganzen verabfolgt x	Objektiver Befund nach Beendigung der Behandlung a) Blutung, b) Tumor	Schädigungen	Bemerkungen
				I. Myome.									
1.	32	M. St.	36 J.	Seit 5 Jahren schwerste Blutungen, myomatöser Uterus (Dr. F.)	26. VI. 11	15. XI. 11	Nach 4 Serien in 4 Mon. u 120 x kein Erfolg			120 x	Anfangs Besserung, später verstärkte Blutungen	—	—
2.	2	C. P.	40 J.	Kindskopfgroßes Myom, starke Blutungen alle 3 Wochen, Myomherz (Prof. K.)	a) 6 Oktober 1910, einige kurze Bestrahlungen b) 9. VI. 13	10. II. 14	3	206	2 Mon.	300 x	a) Amenorrhoe b) Myom fast vollständig geschwunden	—	—
3.	40	H. A.	42 J.	Kindskopfgroßes Myom, durch die Bauchdecken deutlich abzutasten. Von Prof. H. in W. wird zur Operation geraten	14. IX. 11	2. XI. 11	18 Bestrahlungen à 10 Min. mit harter Röhre, im ganzen 35 x				Kein Erfolg (weil zu kurz bestrahlt)	—	—
4.	43	B. Sp.	41 J.	Am Uterus hängen mehrere Knollen, seit 5 Jahren starke Blutungen	20. XI. 11	27. II. 11	Nach 40 x muß wegen chronischer Appendicitis operiert werden				—	Mikroskopische Untersuchung des mitentfernten Ovars zeigt Degeneration der Graafschen Follikel (Hofr. Dr. K.)	
5.	63	A. V.	28 J.	Kleinkindskopfgroßes Myom, starke Blutungen (Dr. Sch.)	20. IV. 12	12. II. 14	4	80 x	3 Mon.	240 x	Amenorrhoe, jetzt Oligomenorrhoe. Tumor bis auf Zwetschgengröße zurückgegangen	—	Trotz des jugendlichen Alters glänzender Erfolg
6.	65	A. H.	44 J.	Starke Blutungen seit 2 Jahren. Abrasio uteri ohne Erfolg. Myomatöser Uterus (Pr. A.)	6. V. 12	8. VI. 12	2	60 x	1 Mon.	60 x	Amenorrhoe bis Dezember 1912; Uterus kleiner geworden	Wegen erneuter Blutung im Dezember wieder auf 2 Feldern je 15 x unter 3 mm Aluminiumfilter. Erythem, wohl als Folge des Diabetes. Blutung sistiert.	
7.	68	H. H.	49 J.	Myomatöser Uterus, kindskopfgroß. Starke Blutungen (Dr. N.)	15. V. 12	16. V. 13	2	68 x	2 Mon.	148 x	Amenorrhoe. Uterus bedeutend kleiner	—	—
8.	82	S. R.	42 J.	Mehrere apfelgroße Myome. Starke Blutungen (Hofr. Dr. K.)	17. VII. 12	17. X. 13	2	70 x	2 Mon.	140 x	Amenorrhoe. Tumoren verkleinert	—	—
9.	103	R. R.	46 J.	Myom bis zum Nabel reichend (Dr. P.)	18. XI. 12	31. I. 13	2	98 x	2 Mon.	152 x	Amenorrhoe seit $1^1/_2$ Jahr. Tumor bedeutend verkleinert	Erythem	—
10.	104	M. E.	50 J.	**Wegen angeblichen Blasen-Tumors Prof. J. in Berlin konsultiert, dort Bestrahlung wegen Myom, doch ungenügend. Myomatöser Uterus (Prof. A.)**	21. XI. 12	18. VI. 13	2	46 x	2 Mon.	144 x	Amenorrhoe seit $1^1/_2$ Jahr; Uterus verkleinert (Prof. A.)	—	—

11.	111	F. P.	32 J.	Konglomerat mehrerer Myome, die linke Kreuzbeinhöhle fast vollständig ausfüllend (Dr. B.)	14. I. 13	18. III. 13	3	134 x	2 Mon.	134 x	Amenorrhoe seit 15 Monaten. Tumor verkleinert	Haut in der Kreuzbeingegend leicht abschilfernd, auf 5tägiges Einpudern abheilend	
12.	119	C. Sch.	45 J.	Mittelgroßes Myom, 10 Tage lange Menstruationen, sehr stark (Dr. M.)	12. II. 13	8. VIII. 13	3	76 x	2 Mon.	138 x	Amenorrhoe seit 1 Jahr. Tumor kleiner und weicher	—	—
13.	123	B. B.	44 J.	Uterus Myomatosus (Dr. A.)	8. III. 13	5. VI. 13	3	194 x	$2^1/_2$ Mon.	254 x	Amenorrhoe seit 12 Monaten, Uterus klein, Tumor vollständ. geschwunden	—	—
14.	138	B. Z.	40 J.	Sehr großes Myom, stark ausgeblutete Frau; Hämoglobin 30. (Dr. W. u. Dr. L.)	17. 4. 13	17. VI. 13	—	—	—	158 x	Da nach der 2. Serie starke Blutungen auftreten, wird bei der stark ausgebluteten Patientin die Totalexstirpation ausgeführt		
15.	156	E. S.	43 J.	Kindskopfgroßes extramurales Myom, rechtsliegend. Druckschmerzen in d. Lebergegend. (Dr. W.)	19. V. 13	7. IX. 13	2	160 x	$2^1/_2$ Mon.	290 x	Amenorrhoe seit 10 Monaten, Tumor bis zur Größe einer Zwetschge verkleinert	—	—
16.	158	W. W.	49 J.	Uterus faustgroß mit Myomen durchsetzt. Schmerzen im Unterleib (Dr. B.)	28. V. 13	15. XII. 13	2	158 x	2 Mon.	372 x	Tumor rechts gut abgrenzbar, beweglich, klein. Amenorrhoe	—	—
17.	181	C. F.	45 J.	Kindskopfgroßer Tumor; Uterus-Myom. (Dr. F.)	8. VII. 13	11. VII. 13	—	—	—	66 x	Untersuchung in Narkose läßt eine Ovarialzyste erkennen, die durch Operation entfernt wird.		
18.	206	C. R.	48 J.	Mittelgroßes Myom (Dr. W.)	22. IX. 13	28. XI. 13	2	141 x	2 Mon.	247 x	Amenorrhoe seit 7 Monaten, Uterus weich, Myom klein.	—	—
19.	207	A. K.	43 J.	Kindskopfgroßes Myom (Privatdoz. Dr. N. in I.)	13. IX. 13	11. XII. 13	2	167 x	2 Mon.	240 x	Amenorrhoe seit 7 Monaten, Myom auf die Hälfte reduz.	—	—
20.	209	M. V.	48 J.	Mittelgroß. Myom, starke Blutung (Dr. W.)	24. IX. 13	17. XII. 13	2	146 x	2 Mon.	296 x	Amenorrhoe seit 7 Mon., Myom bedeut. verkleinert	—	—
21.	228	E. R.	35 J.	Myomatös. Uterus, starke Blutung (Dr. S.)	4. XI. 13	26. I. 14	2	163 x	2 Mon.	247 x	Amenorrhoe seit $5^1/_2$ Mon., Uterus kleiner	—	—
22.	231	M. G.	50 J.	Multiple Myome, Abdomen entspricht d. 7. Schwangerschaftsmonat. Verdacht auf gleichzeitig. Bestehen einer Ovarialzyste. (Dr. G.)	13. XI. 13	9. II. 14	—	—	—	288 x	Abdomen nimmt um einige cm ab, wohl infolge Kleinerwerdens der Myome. Beschwerden von seiten der Zyste erfordern die Operation. Diagnose bestätigt.		
23.	232	M. A.	48 J.	Sehr starke Blutung. Intramurales, sehr großes Myom (Dr. G.)	13. XI. 13	25. II. 14	—	—	—	432 x	Leib kleiner, Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Objektiver Befund Diagnose	Beginn der Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Erfolg nach ? Serien	? x	? Zeit	Im ganzen verabfolgt x	Objektiver Befund nach Beendigung der Behandlung a) Blutung, b) Tumor	Schädigungen	Bemerkungen
24.	235	R. R.	50 J.	Kindskopfgroßes Myom, von gynäkologisch. Seite zur Operation geraten (Dr. L.)	15. XI. 13	12. II. 14	2	181 x	6 Woch.	320 x	Amenorrhoe seit 5 Mon., Myom auf $^{1}/_{3}$ verkleinert	—	—
25.	240	G. R.	43 J.	Großes Myom, alle 3 Wochen starke Blutungen (Dr. S.)	2. XII. 13	7. III. 14	3	232 x	2 Mon.	310 x	Amenorrhoe seit 4 Mon., Myom auf die Hälfte verkl.	—	—
26.	257	L. A.	43 J.	Myomatöser Uterus, sehr starke und lange anhaltende Blutung (Dr. W.)	4. I. 14	24. III. 14	2	226 x	6 Woch.	257 x	Amenorrhoe, Uterus etwas kleiner	—	—
27.	265	E. H.	47 J.	Multiple Myome, mittelstarke Blutungen (Dr. N.)	23. I. 14	12. III. 14	3	199 x	6 Woch.	199 x	Amenorrhoe, Myome kleiner geworden	—	—
28.	269	C. J.	53 J.	Kindskopfgroßes Myom, starker Druck auf die Blase (Dr. D.)	29. I. 14	1. III. 14	—	—	—	90 x	Behandlung äußerer Umstände wegen unterbrochen, wird aber fortgesetzt.		
29.	271	M. K.	33 J.	Multiple Myome (Dr. W.)	9. II. 14	18. III. 14	—	—	—	120 x	Blutung geringer, Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—
30.	281	T. H.	52 J.	Myom, starke Blutung (Dr. E.)	27. II. 14	9. III. 14	—	—	—	59 x	Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—
31.	287	T. D.	53 J.	Großes Myom, starke Blutung (Dr. R.)	3. III. 14	19. III. 14	—	—	—	62 x	Blutung bedeut. geringer, Myom kleiner	—	—
32.	295	C. R.	47 J.	Kindskopfgroßer myomatöser Uterus, Druck auf die Blase (Dr. W.)	13. III. 14	—	—	—	—	49 x	Bestrahlung wird fortgetetzt	—	—

II. Metropathie.

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Objektiver Befund Diagnose	Beginn der Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Erfolg nach ? Serien	? x	? Zeit	Im ganzen verabfolgt x	Objektiver Befund nach Beendigung der Behandlung a) Blutung, b) Tumor	Schädigungen	Bemerkungen
33.	99	L. St.	37 J.	Unregelmäßige Blutungen, Uterus vergrößert (Dr. W. und Dr. L.)	8. XI. 12	27. I. 13	2	88 x	2 Mon.	88 x	Amenorrhoe seit $1^{1}/_{2}$ Jah., Uterus verkleinert	—	—
34.	117	A. W.	33 J.	Seit 2 Jahren stärkere Blutungen u. Schmerzen bei der Menstruation, Uterus hart, vergrößert (Dr. S.)	31. I. 13	8. II. 13	1	48 x	4 Woch.	48 x	Blutungen werden geringer	—	—
35.	121	M. B.	41 J.	Uterus vergrößert, starke Blutungen (Dr. S.)	18. II. 13	19. XII. 13	4	172 x	3 Mon.	398 x	Uterus verkleinert, Amenorrhoe.	—	Wegen Rezidivs mußten erneut 2 Serien gegeben werden.

36.	131	F. K.	42 J.	Operation am 13. XII. 12: rechts groß. Tubentumor, Ovar mitentfernt. Sehr heftige Blutung. (Dr. W.)	31. III. 13	4. IV. 13	1	55 x	5 Tage	55 x	Blutungen haben vollständig aufgehört (seit 1 Jahr)	—	—
37.	132	M. B.	33 J.	August 1912 Operation wegen vereiterter Tube. Seit 9 Wochen unstillbare Blutungen, Schmerzen in der linken Seite (Dr. W.)	31. III. 13	6. VI. 13	2	139 x	2 Mon.	189 x	Amenorrhoe seit 12 Monaten, keine Schmerzen	—	—
38.	183	F. U.	46 J.	8 Tage vor der Menstruat. starke Schmerzen, heftige Blutungen, Uterus groß, derb (Prof. A.)	13. VII. 13	14. X. 13	3	128 x	2 Mon.	250 x	Amenorrhoe, keine Schmerzen, Uterus kleiner	—	—
39.	212	G. B.	29 J.	Starke Blutungen, Uterus derb vergrößert (Dr. S.)	30. IX. 13	10. III. 14	2	100 x	3 Mon.	100 x	Blutung geringer, Ut. etwas weniger derb anzufühlen	—	—
40.	219	S. H.	42 J.	Gleichmäßig vergrößert. Uterus, starke Blutung (Dr. F.)	20. X. 13	13. XII. 13	3	250 x	2 Mon.	250 x	Amenorrhoe, Uterus kleiner	—	—
41.	229	M. Z.	30 J.	Starke Blutung, alle 2 bis 3 Wochen, Schmerzen bei der Periode, Uterus vergrößert, Lungenphthise (Dr. A.)	8. XI. 13	14. II. 14	1	88 x	6 Woch.	118 x	Blutungen weniger, Schmerzen haben nachgelassen	—	—
42.	259	C. R.	48 J.	Starke Blutung, zuletzt 14 Tage lang, Uterus derb, vergrößert (Dr. v. R.)	14. I. 14	6. II. 14	2	114 x	4 Woch.	114 x	Uterus verkleinert, Amenorrhoe	—	—
				III. Klimakterische Blutungen.									
43.	22	S. B.	52 J.	Alle 14 Tage Blutungen. Pruritus vulvae klimakterische Blutungen (Dr. S.)	12. V. 11	14. VII. 11	2	26 x	3 Mon.	26 x	Amenorrhoe seit $2^3/_4$ J.	—	—
44.	23	C. St.	48 J.	Sehr starke klimakter. Blutung, Anämie (Dr. A.)	22. V. 11	26. VI. 12	2	25 x	3 Mon.	36 x	Amenorrhoe seit $1^3/_4$ J.	—	Rezidivierende Blutung macht Juni 1912 erneute Bestrahlung (11 x) notwendig.
45.	37	M. G.	50 J.	Klimakterische Blutung, Prolaps (Dr. S.)	29. VIII. 11	31. I. 13	1	18 x	1 Mon.	70 x	Amenorrhoe seit $2^1/_2$ bzw. $1^1/_4$ J.	—	Amenorrhoe nach 18 x eingetreten; nach 9 Monaten leichtes Rezidiv.
46.	46	A. M.	50 J.	Klimakterische Blutung, Uterus sehr vergrößert; stark ausgeblutete anämische Frau (Dr. S.)	27. XI. 11	3. XII. 11	1	—	—	12 x	Nach 12 x läßt die Blutung nach. Plötzlich aufgetretene bedrohliche Blutung macht die Totalexstirpation notwendig.		

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Objekter Befund, Diagnose	Beginn der Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Erfolg nach			Im ganzen verabfolgt x	Enderfolg	Schädigungen	Bemerkungen
							? Serien	? x	? Zeit				
47.	73	M. M.	48 J.	Klimakterische Blutung, Kurettement ohne Erfolg (Dr. B.)	4. VI. 12	1. 8. 12	2	50 x	6 Woch.	78 x	Amenorrhoe seit 1 3/4 J.	—	—
48.	84	D. A.	54 J.	Seit 3 Jahren verstärkte Blutung, Abrasio uteri ohne Erfolg (Dr. D.)	31. VII. 12	11. VIII. 12	1	36 x	4 Woch.	36 x	Amenorrhoe seit 1 3/4 J.	—	—
49.	222	C. R.	49 J.	Seit 2 Jahren unregelmäßige Blutungen, einmal 3 Monate ausgesetzt (Dr. H.)	23. X. 13	24. X. 13	1	34 x	4 Woch.	34 x	Amenorrhoe seit 1/2 J.	—	—
50.	237	S. W.	52. J.	Seit 6 Monaten unregelmäßige Blutung, Uterus in toto vergrößert, klimakter. Blutung (Dr. W.)	27. XI. 13	9. I. 14	2	170 x	6 Woch.	252 x	Amenorrhoe seit 6 Mon.	—	—

IV. Dysmenorrhoe.

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Objekter Befund, Diagnose	Beginn der Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	? Serien	? x	? Zeit	Im ganzen verabfolgt x	Enderfolg	Schädigungen	Bemerkungen
51.	31	M. A.	43 J.	Seit zirka 18 Jahren Schmerzen bei d. Periode und 14 Tage vorher (Dr. S.)	9. VI. 11	12. VII. 11	2	20 x	6 Woch.	20 x	Schmerz. gebessert, doch nicht vollständig beseitigt	—	—
52.	118	W.	28 J.	Dysmen. Beschwerden, 3 malige Auskratzung ohne Erfolg (Dr. W.)	6. II. 13	11. II. 13	1	14 x	14 Tage	14 x	Die erste Menstruation nach der Bestrahlung war etwas stärker, doch schmerzlos. Alle folgenden Menstruationen schwächer und schmerzlos. Die Dauer der Menstruation geht von 8 Tagen auf 2 Tage herunter, um schließlich einige Wochen ganz auszubleiben. Dann wieder leicht schmerzhafte Menstruation. Erneute vorgeschlagene Bestrahlung wird abgelehnt.		
53.	133	F. B.	29 J.	Unregelmäßige und sehr schmerzhafte Menstruat. (Dr. E.)	9. IV. 13	14. IV. 13	1	50 x	5 Tage	50 x	Menstruation leichter, geringer und schmerzlos seit 1 Jahr	—	—
54.	147	E. S.	22 J.	So heftige Schmerzen bei der Menstruation, daß während der ganzen Zeit das Bett gehütet werden muß (Dr. E)	3. V. 13	15. IX. 13	2	38 x	4 Woch.	50 x	Enderfolg: „Menstruation ohne Schmerzen."	—	—
55.	159	F. L.	22 J.	Seit 8 Jahren Schmerzen bei der Menstruation, großer Blutverlust (Dr. S.)	29. V. 13	19. II. 14	1	24 x	4 Woch.	96 x	Periode schmerzlos, Blutung bedeutend geringer	—	—

56.	**163**	**J. W.**	**23 J.**	**Starke Schmerzen bei der** Menstruation, so daß die ersten 3 Tage Bettruhe gehalten werden muß	**3. VI. 13**	**10. VI. 13**	**1**	**19 x**	**4 Woch.**	**19 x**	**Periodeschmerzlos,** Blutung geringer	—	—
57.	184	A. R.	18 J.	Unregelmäßige Blutung, große Schmerzen bei der Periode (Dr. S.)	14. VII. 13	10. IX. 13	1	18 x	14 Tage	38 x	Periode schmerzlos, Blutung mittelstark	—	—
58.	191	J. Z.	18½ J.	Sehr schmerzhafte, alle 5 bis 6 Wochen auftretende Menstruation. Psychische Depression (Dr. A.)	9. VIII. 13	15. X. 13	1	21 x	14 Tage	61 x	Nach der ersten Bestrahlung sind die bei der Periode auftretenden Schmerzen sehr minimal, 3 Monate später Menstruation wieder schmerzhaft.		
59.	245	V. W.	33 J.	Oophoritis, starker Fluor, Schmerzen bei d. Periode (Dr. R.)	12. XII. 13	31. I. 14	1	30 x	14 Tage	70 x	Fluor hat nachgelassen, Periode wenig. schmerzhaft	—	—

V. Maligne Erkrankungen der Genitalien.

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Diagnose	Erste Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Im ganzen verabfolgt	Effekt der Bestrahlung	Schädigungen	Bemerkungen
60.	28	A. Z.	28 J.	Operation wegen Ca. des Ovarium und Rektum. Mai 1914 Rezidiv. Große Schmerzen (Dr. H.)	1. VI. 11	21. VI. 11	40 x	Nachlaß der Schmerzen	—	Exitus
61.	38	A. K.	51 J.	Mai 1911 Operation wegen Ca. Rezidiv. Blutungen, Schmerzen (Dr. H.)	5. IX. 11	27. I. 12	120 x	Nachlaß der Schmerzen und Blutungen	—	Exitus
62.	67	A. L.	46 J.	Am 13. April 1912 Operation wegen Cervix-Ca. Diagnose mikroskopisch sichergestellt (Dr. M.)	6. V. 12	15. VII. 12	80 x	Kein Rezidiv (2 Jahre seit der Operation)	—	—
63	125	R. G.	52 J.	Vor 5 Jahren Operation wegen Uterus-Ca. 1912 Rezidiv. Beide Parametr. mit Ca.-Massen infiltriert	6. III. 12	19. III. 12	36 x	Leichtes Nachlassen der Blutung, Schmerzen geringer	—	Exitus
64.	143	M. P.	61 J.	Indurierendes Cervix-Ca. Induration reicht soweit nach den Beckenwandungen, Blase und Rektum hin, daß Radikaloperation unmöglich. Große Schmerzen (Dr. M.)	28. IV. 13	29. V. 13	89 x	Nachlaß der Schmerzen	—	Exitus infolge Apoplexie

Nr.	Röntgen-Terapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Diagnose	Erste Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Im ganzen verabfolgt	Effekt der Bestrahlung	Schädigungen	Bemerkungen
65.	146	M. L.	52 J.	Ca. d. Pertio, ins rechte Parametr. hineinragend. Operation 31. März 13 (Dr. W.)	30. IV. 13	29. VIII. 13	126 x	Die früher bestehende Resistenz der l. Parametr. ist weicher geworden. Beschwerden gering, bisher kein Rezidiv	—	—
66.	149	T. Sch.	62 J.	Inoperables Cervix-Ca. Starke Blutungen, Schmerzen (Dr. W.)	5. V. 13	10. XII. 13	206 x	Keine Blutungen, keine Schmerzen	—	—
67.	157	J. B.	43 J.	April 1913 Operation wegen Portio-Ca. (Dr. K.)	24. V. 13	11. IX. 13	90 x	Effugit	—	—
68.	192	M. H.	49 J.	Operation wegen Uterus-Ca. (Dr. H.)	12. VIII. 13	16. IX. 13	72 x	Kein Rezidiv	—	—
69.	220	T. A.	39 J.	Operation 29. Sep. 13 Cevix-Ca. an der Grenze der Operabilität (Dr. W.)	21. X. 13	23. III. 14	200 x	Vagina endet blind; keine Verdickung, kein Rezidiv	—	—
70.	223	M. St.	42 J.	Rezitiv nach Operation von Uterus-Ca. (Dr. C.)	25. X. 13	23. I. 14	139 x	Bedeutende Besserung; an der r. Muttermundslippe glatte Narbe	—	—
71.	254	K. W.	44 J.	Totalextirpation wegen Ca. Rezidiv. Chorionepitheliom, stark blutend (Dr. H.)	3. I. 14	5. I. 14	14 x	Blutung wird auf Bestrahlung stärker, daher Behandlung abgebrochen	—	—
72.	255	M. St.	40 J.	Operation wegen Cervix-Ca., Rezidiv. Im hinteren linken Scheidengewölbe kirschgroße Infiltration (Dr. H.)	3. I. 14	6. III. 14	180 x	Die erste mikroskopische Untersuchung läßt in einem exzidierten Stückchen keine Krebszellen mehr erkennen Ein 4 Wochen später exzidiertes, tiefer gelegenes Stückchen zeigt mikroskop. wieder Krebsnester		Intravenöse Enzytolinjektionen
73.	270	O. H.	25 J.	Ovarial-Ca. operiert; Rezidiv, starke Blutungen (Dr. O).	31. I. 14	19. III. 14	166 x	Blutungen lassen nach	—	Von anderer Seite vorbestrahlt. Intravenöse Enzytolinj.
74.	297	W. St.	56 J.	Inoperables Uterus-Ca. (Dr. St.)	14. III. 14	25. III. 14	62 x	Portio hat sich gereinigt, zeigt Narbengewebe	—	Behandlung wird fortgesetzt
75.	282	M. R.	48 J.	Seit 6 Monaten Beschwerden beim Urinieren. Harte, den Eingang der Urethra verdeckende, infiltrierende Masse. Ca. urethrae (Dr. B.)	28. II. 14	5. III. 14	24 x	Tumor weicher, kleiner; Beschwerden beim Urinieren geschwunden.	—	—

VI. Erkrankungen der Mamma.

Nr.	Röntgen-Terapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Diagnose	Erste Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Im ganzen verabfolgt	Effekt der Bestrahlung	Schädigungen	Bemerkungen
76.	15	R.	42 J.	Operation wegen Mamma-Ca., November 1910. Achselhöhle ausgeräumt; Drüsen umwuchern die Gefäße. Februar 1911 Rezidivoperation (Dr. L.)	20. III. 11	20. VIII. 12	294 x	Es gelang immer wieder, durch Röntgenbestrahlung die karzinomatösen Drüsen zurückzubringen. Nach $1^3/_4$ Jahr erlag Patientin einer Metastase (Ca. ventriculi)		

77.	**18**	**R. N.**	**32 J.**	Anormale Sekretion der rechten Brustdrüse bei einer Nullipara (Dr. M.)	**1. V. 11**	**26. IV. 13**	**80 x**	**Die sehr lästige Sekretion** hat vollständig aufgehört	**Leichte Bräunung der Haut**	—
78.	45	H. Sch.	64 J.	Amputation der rechten Mamma wegen Ca. vor 2 Jahren. Karzinomatöse Drüsen in den Schlüsselbeingruben (Dr. L.)	2. II. 11	6. XII. 11	20 x	Die Drüsen sind zurückgegangen, bisher kein weiteres Rezidiv	—	—
79.	**49**	C. G.	57 J.	1910 Operation wegen Mamma-Ca.	28. XII. 11		12 x	Effugit.	—	—
80.	53	E.	40 J.	Dezember 1911 Operation wegen Mamma-Ca., Rezidiv (Dr. F.)	12. II. 12	1. VI. 12	40 x	Gleichzeitig Anwendung der Zellerschen Paste; Exitus infolge Verblutung		—
81.	56	E. Sch.	50 J.	3. I. 12 Operation wegen Mamma-Ca.; Bestrahlung der Narbe und Achselhöhle (Dr. Th.)	22. II. 12	30. IX. 12	43 x	Rezidivfrei seit über 2 Jahren	—	—
82.	70	M. S.	43 J.	Vor 3 Jahren Mamma-Ca.-Operation, Rezidiv, Metastase in den Lungen (Dr. N.)	20. V. 12	22. V. 12	10 x	Exitus	—	—
83.	80	W. W.	35 J.	März 1912. Operation wegen Mamma-Ca. Zurzeit Schwellung der linken Supraclaviculardrüsen	3. VII. 12	14. VIII. 12	40 x	Drüsen gehen zurück	—	—
84.	83	R. R.	51 J.	Vor 19 Tagen Operation wegen Mamma-Ca.	29. VII. 12		5 x	Effugit.	—	—
85.	107	A. W.	53 J.	Operation wegen Mamma-Ca. 13. XI. 12. Zur prophylaktischen Bestrahlung von Dr. L. überwiesen.	16. XII. 12	6. III. 14	70 x	Bis Februar 1914, also $1^1/_4$ Jahr, kein Rezidiv. Im Februar dieses Jahres Schwellung der Supraclaviculardrüsen, die auf Bestrahlung prompt zurückgehen		
86.	141	E. K.	46 J.	7. III. 13. Operation wegen eines auf Ca. verdächtigten Tumors der Mamma	22. IV. 13	29. IV. 13	10 x	Bisher kein Rezidiv	—	—
87.	169	B. S.	42 J.	1906. Entfernung eines Tumor der rechten Mamma. Seit $1^1/_2$ Jahr Schmerzen in der link. Mamma. Auf Veranlassung von Hofrat Dr. K., der links eine leichte Resistenz feststellt, Röntgenbestrahlung	17. II. 13	24. II. 14	90 x	Die Schmerzen lassen nach, Resistenz verschwunden	—	—
88.	174	M. L.	42 J.	26. V. 13. Operation wegen linker Mamma-Ca., prophylaktische Bestrahlung (Dr. Sch.)	28. VI. 13	31. VII. 13	23 x	Narbe glatt; keine Drüsen, bisher kein Rezidiv	—	—
89.	177	M. St.	43 J.	Blumenkohlartige, handtellergroße exulzerierte Stelle der linken Mammagegend. Linke Brustwarze vollständig zerstört. In der linken Achselhöhle geschwellte Drüsen (Prof. F.)	2. VII. 13	30. XII. 13	102 x	Glatte Narbe, Achseldrüsen geschwunden	—	—
90.	210	T. K.	64 J.	Vor $1^1/_2$ Jahr Operation wegen Mamma-Ca. Zurzeit geschwollene Drüsen links (Dr. B.)	26. IX. 13	10. X. 13	19 x	Drüsen kleiner geworden	—	—
91.	221	A. P.	19 J.	In der linken Mamma ein auf Ca. suspekter Knoten (Dr. K.)	22. X. 13	19. XII. 13	48 x	Knoten scheint etwas kleiner geworden zu sein	—	—
92.	225	B. G.	34 J.	Seit 4 Jahren Schwellung der rechten Mamma, in letzter Zeit Schmerzen.	27. X. 13	4. XI. 13	12 x	Die Schmerzen lassen nach, Tumor etwas kleiner	—	—

Nr.	Röntgen-Therapie-Buch	Name	Alter	Symptome, Diagnose	Erste Bestrahlung	Letzte Bestrahlung	Im ganzen verabfolgt	Effekt der Bestrahlung	Schädigungen	Bemerkungen
93.	248	H. R.	43 J.	Operation wegen Mamma-Ca. auf beiden Seiten (1909, 13, 14) (Prof. Schr.)	29. XII. 13	18. III. 14	46 x	Narbe glatt, eine nässende, exulzerierte Stelle abgeheilt	—	—
94.	252	T. T.	64 J.	Vor 5 Wochen Operation wegen Mamma-Ca. Rezidiv in der Narbe (Dr. B.)	30. XII. 13	13. I. 14	40 x	Narbe glatter; Infiltration geringer	—	—
95.	261	S. N.	42 J.	Seit 1 Jahr walnußgroßer Knoten in der rechten Mamma, Ca. Suspect., Stechen. Vorgeschlagene Operation abgelehnt. (Dr. R.)	16. I. 14	10. III. 14	54 x	Knoten kleiner geworden, Stechen nachgelassen	—	—
96.	262	B. B.	43 J.	Dezbr. 1913. Operation wegen Mamma-Ca.; prophylaktische Bestrahlung p. O. (Dr. P.)	17. I. 14	26. III. 14	70 x	Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—
97.	263	L. Sc.	40 J.	Walnußgroßer Tumor in der rechten Mamma, Verdacht auf Ca., Operation abgelehnt (Dr. R.)	17. I. 14	27. III. 14	76 x	Tumor etwas kleiner geworden, Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—
98.	278	M. O.	38 J.	April 1913. Operation wegen rechtem Mamma-Ca. Rezidiv. Große nässende Stelle an der rechten Mamma, starke Infiltration, großes Ödem am rechten Arm und Hand (Dr. S.)	20. II. 14	28. III. 14	89 x	Die nässenden Stellen trocknen ein, Ödem geringer. Bestrahlung wird fortgesetzt	—	Intravenöse Enzytolinj.
99.	299	A. Sch.	52 J.	Operation wegen linkem Mamma-Ca.; prophylaktische Bestrahlung p. O. (Dr. L.)	16. III. 14	19. III. 14	60 x	Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—
100.	300	D. O.	51 J.	7. III. 14. Operation wegen rechtem Mamma-Ca., prophylaktische Bestrahlung p. O. (Dr. F.)	10. III. 14	19. III. 14	54 x	Bestrahlung wird fortgesetzt	—	—

Bericht über hundert Fälle von mit Radium behandelten malignen Erkrankungen.

Von

Wm. S. Newcomet, M. D.

Clin. Prof. of Radiology at the Temple University Philadelphia.

In allen Fällen, in denen Radium zur Anwendung kommt, muß die applizierte Menge genügend groß sein, um jeden Zweifel zu zerstreuen, daß die Nichterreichung des gewünschten Resultates etwa durch diesen Grund allein bedingt ist. Wir wissen sehr wohl, daß die zur Behandlung der im Anhang aufgeführten Fälle verwandten Radiummengen viel geringer als die im allgemeinen zu diesem Zwecke empfohlenen Quantitäten sind; da aber die Radiumerzeugung beschränkt und die Nachfrage groß war, schien es uns Pflicht zu sein zu versuchen, den durchaus hoffnungslosen Fällen, die in unsere Beobachtung kamen, mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln zu Hilfe zu kommen. In fast allen Fällen, mit nur einigen, wenigen Ausnahmen, die in der über 100 Beobachtungen umfassenden Liste enthalten sind, wurde das Radium nur angewandt, nachdem alle anderen Behandlungsmethoden erfolglos geblieben waren. Viele dieser Fälle waren schon früher mit anderen Strahlenarten, z. B. Röntgenstrahlen, behandelt worden. Entweder geschah dies, bevor diese Kranke in unsere Beobachtung kamen, oder wenn dies nicht der Fall war, so wurde von uns zuerst der Röntgenbestrahlung der Vorzug gegeben, und zwar aus zweierlei Gründen: erstens, weil wir zur Applikation der Röntgenstrahlen besser ausgerüstet waren, und zweitens weil die uns zur Behandlung zur Verfügung stehende Radiummenge äußerst beschränkt war. Die einzige Abweichung von dieser Regel stellen die Fälle dar, in denen aus irgend welchem Grunde Röntgenstrahlen nicht angewandt werden konnten. Diese Ausnahmen wurden, mit Angabe der Verhältnisse mit in diese Liste aufgenommen, um jeden Irrtum in der Beurteilung auszuschließen, der durch eine spezielle Aufstellung dieser Fälle in bezug auf das erzielte Resultat herbeigeführt werden könnte.

Nach Einzelberichten zu urteilen, scheinen die erzielten Erfolge oft als außerordentlich, bei näherer Prüfung findet man jedoch oft, daß auf die Dauer der Behandlung nicht in genügend ausführlicher Weise eingegangen wurde, noch daß der betreffende Fall vor Aufstellung der definitiven Schlußfolgerungen in genügender Weise beobachtet wurde. Das Wort Heilung wird zu oft angewandt, um zu bezeichnen, daß die lokalen Krankheitserscheinungen vorübergehend verschwunden sind, und dadurch wird dem durch die äußere Besichtigung festgestellten Resultat eine falsche Bedeutung beigelegt. Eine der besten Arbeiten über diesen Gegenstand wurde von Pynch, vom Londoner Radiuminstitut veröffentlicht, der feste Leitsätze aufgestellt hat. Die Arbeit ist klassisch durch die vornehme und unparteiische Weise, in der die Schlußfolgerungen gezogen sind.

Die Erfolge können nicht bezweifelt werden, wenn die applizierte Radiummenge und die angewandte Technik jegliche Fehlerquelle ausschließen, die durch irgendeinen Mangel in dieser Beziehung bedingt sein könnte. In Deutschland hat das Mesothorium bis zu einem gewissen Grade das Radium verdrängt, da von gewissen Autoren behauptet wurde, daß der Charakter seiner Strahlungen aktiver, und aus diesem Grunde das zu erwartende Resultat verhältnismäßig besser sei; ebenfalls hier ist die Zeitdauer der Bestrahlung zum Beweis dieser Annahme nötig.

Der gegen das Thoriumpräparat zu erhebende Haupteinwand ist, daß sein rapider Verfall eine konstante Kontrolle in kurzen Zwischenräumen notwendig macht. Wird diese Maßnahme nicht eingehalten, so ist der aktuelle Wert einer an einem definierten Zeitpunkt vorgenommenen Bestrahlung nicht festzustellen. Nichtsdestoweniger ist es für den Geübten nicht schwierig, diese Berechnung vorzunehmen, doch muß noch erwähnt werden, daß der totale Zerfall eines Mesothoriumpräparates die Sache weniger Jahre ist.

Die vorherrschende Ansicht, daß diese radioaktiven Elemente ein Panacee darstellten, ist falsch und hat manchen irregeführt, indem sie ihm ein falsches Gefühl von Sicherheit gab, das oft diesen unglücklichen Leidenden beträchtliche Unannehmlichkeiten verursachte. Es kann aber nicht bestritten werden, daß in vielen Fällen diese radioaktiven Substanzen Hilfe gebracht haben, bisweilen nur vorübergehend, oft aber dauernd, und das sind die schönsten Erfolge. Die radioaktiven Substanzen haben ein wohlabgesondertes Anwendungsgebiet in einer gewissen Klasse von Fällen, und so weit entfernt es scheint, für diese Elemente ein Ersatzmittel zu finden, so haben wir andererseits zurzeit noch keine genauen, festbegrenzten Regeln, die uns gestatteten, in exakter Weise diejenigen Fälle zu bezeichnen, die am meisten für die Behandlung mit dieser Strahlenart geeignet sind. Es muß sogar zugegeben werden, daß es gewisse Fälle gibt, die zurzeit, und wohl auch in Zukunft, bessere Resultate mit der Röntgenbestrahlung ergeben. Ein gutes Beispiel für diese Tatsache geben gewisse Formen des Mammakarzinoms.

Im Vergleich zu den Röntgenstrahlen, abgesehen aber von allen besonderen physikalischen Eigenschaften, die diese radioaktiven Elemente besitzen, könnte man sagen, daß zwei lokale Bedingungen besonders ihre Anwendung begünstigen: erstens die Behandlung von in Körperhöhlen, wie im Munde, im Rektum, in der Vagina usw. situierten Affektionen, und zweitens die Fälle in denen eine intensive Lokalwirkung mit möglichst geringer Störung der benachbarten Gewebe gewünscht wird. Bei allen Strahlenformen ist die zur Anwendung gelangende Technik von ganz hervorragender Bedeutung, und künftige Forschungen müssen dahin gerichtet sein, über alle ihre Details Aufklärung zu schaffen. Wir alle haben schon von gewissen günstigen Bedingungen gehört, die einem oder dem anderen Autor zur Hilfe kommen, während andere früher nicht so günstige Erfolge erzielten. Aus dieser Tatsache darf nun nicht geschlossen werden, daß der in Frage stehende Autor etwa eine größere Menge radioaktiver Substanz, eine raffiniertere Technik oder einen besseren Röntgenapparat besessen habe als seine Vorgänger. Im Gegenteil lagen die Dinge in vielen Fällen, die in unsere Beobachtung kamen, gerade umgekehrt, und sonst würde ja auch dieser Punkt der Beachtung nicht wert sein. Während nach den allgemeinen Prinzipien große Quantitäten radioaktiver Substanz angewandt werden sollten, gibt es nichtsdestoweniger eine Reihe maligner Prozesse, die nach Applizierung extrem geringe Radiummengen zurückgehen, und die Veröffentlichungen sind zahlreich, in denen die angewandte Radiummenge geringer als 5 mg Radiumelement war.

Das Wort „Heilung" ist in der angefügten Liste der behandelten Fälle ausgeschlossen worden; falls alle lokalen Erscheinungen verschwanden, sind dem Fall die Buchstaben „O. W. K." (d. h. ohne wahrnehmbare Krankheitserscheinungen) beigefügt worden. Mit „Deutliche Besserung" wurden diejenigen Fälle bezeichnet, in denen die lokale Heilung eine vollständige war, während die angrenzenden Gewebe noch mehr oder weniger deutliche Krankheitserscheinungen aufwiesen. Als „Gebessert" bezeichneten wir die Fälle, in denen die Ulzerationen einige Zeitlang gewisse Zeichen einer deutlichen Besserung aufwiesen. Die übrigen in der Liste angewandten Worte sind ohne weiteres verständlich. Es braucht wohl nicht noch besonders bemerkt werden, daß in allen Fällen die Diagnose durch eine mikroskopische Untersuchung nachgeprüft und bestätigt wurde. Die Fälle, in denen dies nicht angängig war, wurden als nicht bösartige betrachtet, so z. B. sind die rezidivierten Papillome und Kysten in Wirklichkeit ja nicht als gutartige Tumoren zu betrachten.

Der Hauptmangel unserer Statistik tritt bei den tiefliegenden Fällen, wie Ösophaguskrebs, Mammakarzinom, Rektumkarzinom usw., deutlich zutage; wahrscheinlich ist dies dem Mangel an einer genügenden Menge radioaktiver Substanz, und dem dadurch bedingten Fehlen einer ausreichenden Menge tiefgehender Strahlen zuzuschreiben. Ubrigens findet man auch im Bericht aus dem Londoner Radiuminstitut eine große Differenz zwischen den tiefliegenden und den oberflächlichen Prozessen. Von einer 43 Fälle umfassenden Serie von Rektumkarzinomen wurde 1 Fall geheilt und 9 Fälle gebessert.

Die beiden Fälle von Epitheliom des Augenlides hätten möglicherweise durch Röntgen-

strahlen behandelt werden können, wenn auch in beiden Fällen andere Gründe zur Nichtanwendung dieser Strahlenart vorlagen, so besteht auch nicht der geringste Zweifel, daß diese Fälle in aller Wahrscheinlichkeit eine ebenso prompte Rückbildung erfahren hätten; jedoch ist es fraglich, ob dieses Resultat mit den Röntgenstrahlen mit gleich geringen Begleiterscheinungen erzielt worden wäre. Dasselbe gilt von einem Fall von Epitheliom der Stirn, und da viele solcher Fälle als durch Radiumbehandlung geheilt veröffentlicht worden sind, muß daran erinnert werden, daß die Heilung in der großen Mehrzahl der Fälle auch durch Anwendung einer anderen Strahlenart hätte erzielt werden können.

Dies kann aber andererseits von solchen Fällen wie Uteruskarzinom oder Karzinom in der Mundhöhle nicht gesagt werden; in beiden Gruppen waren die meisten der zur Behandlung gelangenden Fälle moribund, sie reagierten auf die Behandlung und erlangten vorübergehend ihre Gesundheit wieder zurück. In vielen der anderen uterinen Fälle war etwa eine Woche nach der ersten Applikation die Blutung hinreichend vermindert, um der Kranken zu gestatten, ihren gewöhnlichen Beschäftigungen nachzugehen, nachdem sie vor der Behandlung absolut unfähig dazu gewesen und praktisch ans Bett gefesselt war. Die Resultate überstiegen jede Erwartung; so befremdlich es auch scheinen mag, so wurde doch in einem Falle, dieser Erfolg durch Applikation von nur 1 mg Radiumelement erzielt. Eine ausführliche Veröffentlichung dieses Falles wurde bereits vor einigen Jahren gemacht. Das vollständige Verschwinden der Erscheinungen in diesen vorgeschrittenen Fällen scheint eine Ausnahme zu sein, obgleich oft weit größere Radiummengen verwandt wurden, und wenn auch die temporäre Heilung den Kranken oft Beruhigung bringt, müssen wir stets das alte Sprichwort von der „ounce of prevention“ beachten.

Zweifelsohne werden in nächster Zukunft alle operativ entfernten malignen Neubildungen bestrahlt werden, denn es scheint, daß jedes dieser so wirksamen Mittel in diesen vorgeschrittenen Fällen eine wertvolle postoperative Behandlung gestattet. Bei Karzinomen in der Mundhöhle und am Munde sind wir wieder genötigt, die Wirksamkeit der radioaktiven Substanzen anzuerkennen; wenn auch die Resultate im allgemeinen nicht so günstig erscheinen wie bei den uterinen Krebsen, so waren sie doch in vielen Fällen durchaus befriedigend. Auch hier wieder muß auf die große Verschiedenheit der Erfolge hingewiesen werden. Oft sind die Fälle, die ihrer Ätiologie und ihrem Aussehen nach die allergünstigsten scheinen, zuletzt gerade am refraktärsten, und die dem Anscheine nach durchaus ungünstig liegenden Fälle schlagen oft mit solcher Leichtigkeit zur Besserung um, daß ihr Verhalten geradezu unbegreiflich erscheint. In diesen beiden zuletzt erwähnten Regionen muß ein direktes Verhältnis zwischen der Variation der Neubildung und der Strahlenart bestehen, da diese günstigen Resultate bei den Karzinomen des Kolon nicht beobachtet wurden. Die Resultate schienen aber besser zu sein in den Fällen, in denen es, wie in der Mundhöhle und am Uterus möglich war, das Radiumpräparat direkt auf die Neubildung zu applizieren.

Daß die Wirkung dieser radioaktiven Strahlungen von der gewöhnlichen Röntgenstrahlenwirkung verschieden ist, geht deutlich aus unserer Aufstellung hervor, in der Fälle enthalten sind, in welchen gute Erfolge mit der Radiumbehandlung erzielt wurden, nachdem die Röntgenstrahlen wirkungslos geblieben waren. Bemerkenswert sind in dieser Beziehung vor allem die beiden Fälle von Sarkom und Papillom. Diese Erscheinung ist von anderen Autoren ebenfalls beobachtet worden, und zwar häufig genug, um zu beweisen, daß wirklich ein Unterschied in der sogenannten elektiven Wirkung dieser Strahlen besteht.

Zum Schlusse, da wir keinerlei allgemeine Folgerungen aufstellen möchten, machen wir darauf aufmerksam, daß alle hier angeführten Resultate durch Applikation von 1 bis 20 mg Radium erzielt wurden. Bei oberflächlichen Prozessen war die Filtrierung eine geringfügige; bei irgendwie tiefliegenden Neubildungen wurde in der Regel ein 1 mm dicker, in Baumwoll- oder Kautschukgewebe eingeschlagener Bleifilter angewandt (oft wurde eine Glas- oder Zelluloidröhre an Stelle des Kautschuks verwandt).



In einigen Fällen wurden Verbrennungen hervorgerufen, die aber prompt zur Abheilung kamen.

F. R.

Bericht über 100 Fälle von mit Radium behandelten malignen Neubildungen.

	O. W. K.	Deutliche Besserung	Gebessert	Zweifelhaft	Nicht gebessert	Noch am Leben	Gestorben	Bemerkungen
Epitheliome	—	—	—	—	—	—	—	
Ohr	—	—	—	—	1	—	—	
Augenlid	2	—	—	—	—	—	—	
Gesicht (Ulcus rodens)	1	—	—	—	1–2	—	—	
Stirn	3	—	—	—	—	—	—	
Hand	—	1	—	—	—	—	—	
Larynx	—	—	1	—	—	—	—	
Lippe	—	2	—	—	1	—	—	
Mund	—	—	—	—	4	—	1	
Mundoberfläche (Buccal surface)	—	1	?	—	—	—	—	
und Leukoplakie	1	—	1	—	1	—	—	
Nase (Ulcus rodens)	3	—	—	1	—	—	—	
Gaumen	1	—	—	—	5	—	2	
Pharynx	—	—	—	—	1	—	—	
Kopfhaut	—	—	1	—	—	—	—	
Zunge	—	—	—	—	—	—	1	
Karzinome								
Achsel und Hals	—	—	1	—	—	1	—	
Brust	—	—	—	—	3	—	—	
Kolon	—	—	—	1	1	—	—	
Gesicht und Hals	—	—	—	—	1	—	—	
Nase (Oberfläche der Mucosa)	—	1	—	—	2	—	—	
Gaumen	—	—	—	—	1	—	—	
Ösophagus	—	—	—	—	1	—	—	
Pharynx	—	—	—	—	—	—	1	
Rektum	—	—	—	—	3	1	—	
Zunge	—	—	1	—	2	?	—	
Tonsillen	—	—	—	—	2	—	—	
Corpus uteri	—	—	2	—	1	—	—	
Cervix uteri	—	2	6 ?	—	4	2	—	
Vagina	—	—	—	—	1	—	—	
Uterus, Vagina und Blase	—	—	—	—	—	1	—	
Vagina	—	—	—	—	1	—	—	
Vagina und Blase	—	1	—	—	—	—	—	
Sarcom, Antrum	—	—	—	—	1	—	—	
Coroide	—	—	—	—	1	—	—	
Multiple Sarkome	—	—	—	—	1	—	—	
Orbita	—	1	—	—	—	—	—	
Osteosarkom, Orbita	—	—	—	—	1	—	—	
Hautsarkom	—	—	—	—	1	—	—	
Sternum	—	1	—	—	—	—	—	
Sero-zystisches Sarkom des Gesichtes	—	—	—	—	—	1	—	
Papillom der Brust	1	—	—	—	—	—	—	
„ „ Zunge	—	—	—	—	—	—	1	Gebessert. Während der Behandlung an einer Herzaffektion verstorben.
„ des Mundes und Leukoplakie	1	—	—	—	—	—	—	
Kyste (muköse) Mund	1	—	—	—	—	—	—	
Naevus cavernosus	—	1	—	—	—	—	—	
Springkatarrh	—	—	—	—	1	—	—	
Cloasma	—	—	—	—	1	—	—	

Zur Strahlenbehandlung der Vulvaaffektionen.

Von

Priv.-Dozent Dr. **Leopold Freund,**

Leiter des Röntgenlaboratoriums an der Klinik für Geschlechts- und Hautkrankheiten (Prof. E. Finger) in Wien

Mit 1 Abbildung im Texte.

Bei nicht wenigen Affektionen der Vulva sind heutzutage die Röntgenstrahlen als Heilmittel kaum zu entbehren. So z. B. bei der Kraurosis, bei Epitheliomen, Paget disease, Ulcus rodens und insbesonders bei Pruritus vulvae. Bei den hartnäckigsten Formen dieser letzteren Krankheit, wo Medikamente, Hydrotherapie und Hochfrequenzströme versagten und sogar schon die Exstirpation der Vulva oder die Resektion des Nervus pudendus in Betracht gezogen wurden, habe ich in Übereinstimmung mit anderen Autoren (Aßfolg, Belot, Comas und Prio, Delherm, Dubois-Trépagne, Dupeyrac, Eltze, Eymer-Menge, Jung, Hahn, Kelen, Kromayer, Laquerrière, Mason, Oudin, Penington, Prochownick, Runge, Scholz, Sjögren und Sederholm, Spiethoff, H. E. Schmidt, Sielmann, Weber, Wetterer, Wichmann u. a.) in vielen Fällen mit Röntgenstrahlen vollständige Heilungen, bei den übrigen ganz wesentliche und langandauernde Besserungen des Leidens erzielt. Außerdem eignen sich für diese Therapie tuberkulöse und venerische Geschwüre. Bei einem äußerst torpiden Prozesse letzterer Art sah ich nach der Röntgenbestrahlung rasche Granulationsbildung und Vernarbung eintreten. Ebenso regen schwache Dosen von Röntgenstrahlen die raschere Vernarbung von schlecht heilenden Operationswunden in der Vulva (z. B. nach Bartholinitis) an. Auch beim Eczema vulva und Sycosis labiorum majorum leistet die Röntgenstrahlentherapie oft gute Dienste.

Nach meiner Erfahrung hängt der Erfolg in allen diesen Fällen in hohem Grade von der Bestrahlungstechnik ab. Viele Autoren, darunter auch Gynäkologen von Beruf, begnügen sich bei der Behandlung derartiger Affektionen, die funktionierende Vakuumröhre ohne jede Vorbereitung einfach gegenüber der Vulva zu postieren. Dies ist aus folgendem Grunde unzweckmäßig.

Die weiblichen äußeren Genitalien bilden ein System von aneinanderliegenden Falten, die im allgemeinen die Richtung der Körperachse einhalten. Die von einer, der Vulva gegenüber aufgestellten, Vakuumröhre ausgehenden x-Strahlen treffen demnach vertikal nur die Kämme der Labien, und zwar in der Regel nur jene der großen Labien, da die Labia minora im normalen Zustande von den großen Labien zumeist verdeckt sind. Die Seitenflächen der Labien werden von den Strahlen jedoch nur tangential oder überhaupt nicht getroffen, ebensowenig der Grund der die Labien trennenden Spalten. Auch das Präputium und Frenulum clitoridis, die Klitoris selbst, das Vestibulum, die Fossa navicularis und die übrigen Partien der Vulva sind unter solchen Umständen nicht vollständig und ausgiebig den Strahlen exponiert. Wenn wir uns aber von Kranken, die an Pruritus vulvae leiden, die Stellen bezeichnen lassen, von denen das Jucken ausgeht oder wo es am intensivsten ist, so werden die verschiedensten Örtlichkeiten angegeben: Einmal die Außenfläche oder der Kamm der Labia majora, ein andermal aber die Klitoris, das Frenulum oder das Präputium derselben, in anderen Fällen wieder die Außen- oder Innenfläche der kleinen Labien, die Hymenalreste oder den Introitus vaginae. Ebenso können selbstverständlich die intensivsten Epithelverdichtungen bei der Craurosis vulvae, die verschiedenen Geschwürsformen usw. an verschiedenen Stellen der Vulva lokalisiert sein, und zwar an Stellen, welche bei unentfalteter Vulva entweder gar nicht oder nur mangelhaft in den Strahlenbereich fallen.

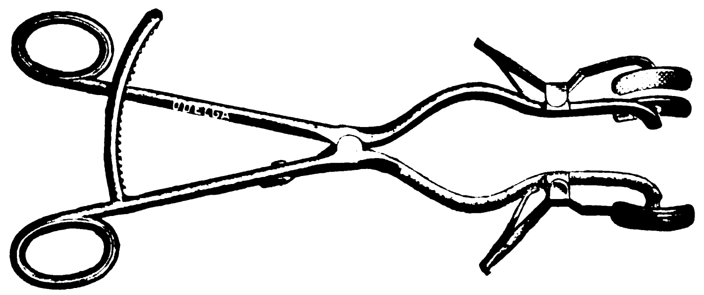


Unter solchen Umständen ist die ausgiebige Entfaltung aller in Betracht kommenden Teile die wichtigste Vorbedingung einer erfolgreichen Behandlung. Die meisten Autoren berücksichtigen aber in ihren Publikationen dieses Moment gar nicht.

Die wenigen Vorkehrungen, welche zur Erfüllung dieses Postulates in der Literatur angegeben werden, sind ebenso primitiv als unzureichend.

Man empfahl das Spreizen der Vulva durch ein eingelegtes Holz, etwa einen Zahnstocher. Wetterer rät kleine Holzstückchen, die man in entsprechender Länge abknickt, an den Enden mit Watte umwickelt, zwischen die Falten resp. Labien zu klemmen. Ganz abgesehen davon, daß solche mit Watte umwickelte Holzspreizen leicht abgleiten, nicht umwickelt hingegen Verletzungen erzeugen können, ist der erreichte Effekt sehr wenig befriedigend.

Eine vollständig zufriedenstellende Freilegung aller in Betracht kommenden Teile erzielt man bei der Verwendung des im folgenden beschriebenen und abgebildeten Instrumentes. Dasselbe ist die Modifikation eines ähnlichen Werkzeuges, das ich in einem Instrumentenkataloge abgebildet fand. Den Autor, der es ursprünglich beschrieb, vermochte ich nicht zu ermitteln. Die Abänderungen, welche ich daran anbringen ließ, beziehen sich auf dessen Verwendung für radiologische Zwecke, welche die Elimination scharfer und stechender Teile fordern, dafür aber die möglichst ausgiebige Eröffnung der Vulva verlangen.



Die Konstruktion des Instrumentes ist aus der Abbildung ohne weiteres verständlich. Es besteht aus zwei wie die Arme einer Schere in einem Gelenke sich bewegenden Branchen, deren Enden vertikal zur Bewegungsfläche umgebogen sind und gegen die Instrumentenmitte zu konkave Metallbacken tragen. Eine zweite am Ende eines gelenkigen Hebels befestigte ganz ähnliche Metallbacke wird durch Federkraft an jede der fixen Backen angedrückt. Beim Gebrauche faßt man mit dem vorerst geschlossenen Instrumente ein Labium majus zwischen die Backen der einen Instrumentenbranche, klemmt dann die zweite große Schamlippe zwischen die Backen der zweiten Branche und nun spreizt man durch Zusammendrücken der Griffenden des Instrumentes die Vulva nach Bedarf mehr oder weniger weit, worauf eine am Griff angebrachte Zahnstange die Stellung der Branchen fixiert. Behufs Abnehmens des Instrumentes werden die Labien durch Lüften der Backen aus der Einklemmung befreit. Die Manipulation mit dem Instrumente macht dem Patienten nicht die geringsten Beschwerden, das Herabhängen desselben von den Labien während der Bestrahlung wird auch nie besonders unangenehm empfunden. Alle Teile des Instrumentes sind zerlegbar und auskochbar.

Die Verwendung dieser Vulvaspreizzange ist ungemein einfach und bietet derartige Vorteile, daß ich sie für alle Arten der Vulvasbestrahlung (Röntgen-, Radioaktive Präparate, Licht) als unentbehrlich bezeichnen möchte. Auch bei anderen ärztlichen Operationen an der Vulva leistet sie gute Dienste.

Das Instrument wird nach meinen Angaben in der Fabrik von chirurgischen Instrumenten J. Odelga in Wien VIII/$_1$, Alserstraße 23, verfertigt.

Aus der Röntgenabteilung der kaiserlich japanischen militärärztlichen Akademie.

Methode zum Erreichen einer konstanten Härte der Röhre.

Von

Prof. Dr. **Hida,** Tokio (Japan).

Das Weichwerden der Röntgenröhren während des Betriebes, insbesondere der mit gekühlten Antikathoden versehenen Röhren, welche für den Betrieb in der Tiefentherapie verwendet werden, war dem Arzt lästig und führte zu Fehlern, manches Mal nicht unbedeutenden Fehlern, in der Messung der Strahlendosis.

Die Ableitung der sich in der Antikathode ansammelnden Wärme ist durch Verwendung solcher Mittel wie Wasser, Luft, gepreßte Luft und Wasserdampf, fast vollkommen durchgeführt.

Beobachtungen am Qualimeter (Bauer) ergaben, daß nach einer gewissen Betriebszeit der Röhre, der Härtegrad derselben sich ständig erniedrigte; auch bei solchen Röhren, deren Antikathode stark gekühlt ist, von denen man annehmen kann, daß kurz nach Inbetriebsetzung die Temperatur derselben auf gleicher Höhe bleibt.

Überlegungen führten zur Ansicht, daß unbedingt noch ein Faktor vorhanden sein mußte, der während des Betriebes der Röhre bei Erwärmung Gas abgab; und als solche wurde erkannt, die von den Röntgenstrahlen durchdrungene Hälfte der Röntgenröhre, insbesondere die der Antikathode direkt gegenüberstehende Wand.

Es liegt also auf der Hand, daß auch die Glaskugel gekühlt werden muß, um einen möglichst gleichbleibenden Härtegrad der Röhre zu bekommen.

Um hierüber genaue Daten zu bekommen und die Resultate derselben in die Praxis übertragen zu können, waren Versuche nötig, die im folgenden aufgeführt sind.

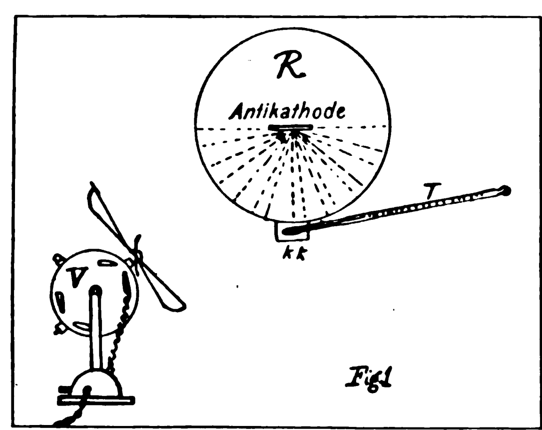
Versuchsanordnung. (Fig. 1.)

Die in der Tabelle genannten Röhren wurden in einem gewöhnlichen Stativ ohne Strahlenschutzhaube befestigt.

Die Kühlvorrichtung bestand aus einem kleinen Ventilator mit Elektromotor, dessen vier Flügel 35 cm im Durchmesser hatten.

Die Entfernung des Ventilators von der Versuchsröhre wurde zu 50—60 cm gewählt, da in der Praxis kaum eine kleinere Entfernung zu ermöglichen wäre.

Die Messung der Temperatur der Glaswand der Röhre wurde gemacht einmal mit einem empfindlichen Quecksilberthermometer und auch mit einem Siemens & Halske-Thermoelement und Galvanometer. Nur die Messungen mit dem Quecksilberthermometer wurden in der Tabelle aufgenommen, da es sich herausstellte, daß die Messungen mit Thermoelement durch statische Elektrizität beeinflußt wurden.



R = Röntgenröhre,
T = Thermometer,
V = Ventilator (elekt. Motor),
k k = Karton Klammern.

Das Thermometer wurde an der Röhrenwand festgehalten durch Kartonklammern und in der Mitte der fluoreszierenden Halbkugel befestigt.

Die Versuchsröhren wurden absolut schließungsfrei betrieben durch Vorschalten von Ventilröhre und Funkenstrecke.

Die Ergebnisse der Versuche seien in der folgenden Tabelle festgelegt:

Versuch Nr.	Art der Röhre	Unterbrecher	Röhrenbelastung	Ventilator	Härte der Röhre Anfangs	Härte der Röhre Schluß	Temperatur der Röhrenwand Anfangs	Zeit	Schluß	Induktorium
1	Müller „Rapid" Wolfram-Antikathode	Rekord U. R.G.&S.	1 M.-A. konstant	ohne	6—7 W	5—6 W	Zimmertemperatur	10 Min.	50° C.	30 cm Klemm. Entf.
				mit	7 W	7 W	„	„	29° C.	Intensiv Dessauer (Veifa)
2	Müller „Rapid" Platin-Antikathode 200 mm Ø	„	„	ohne	7 Bauer	6 Bauer	„	5 Min.	38° C.	50 cm R. G. & S. (Erlangen) Altes Modell
				mit	7 Bauer	7 Bauer	„	„	27° C	
3	Gundelach Type „G T" mit Strahlenblende	„	2 M.-A. konstant	ohne	7 W	6 W	„	10 Min	29° C.	30 cm Intensiv Dessauer (Veifa)
				mit	7 W	7 W	„	„	17° C.	
4	Gundelach Moment Type G M 200 mm Ø	„	1 M.-A. konstant	ohne	7 Bauer	6 Bauer	„	15 Min	58° C.	50 cm R. G. & S. Altes Modell
				mit	7 Bauer	7 Bauer	„	„	18° C.	
5	Gundelach Intensiv Type J J 200 mm Ø	„	1,5 M.-A. konstant	ohne	7 Bauer	6 Bauer	„	10 Min.	57° C.	30 cm Intensiv Dessauer
				mit	7 Bauer	7 Bauer	„	„	28° C.	
6	Gundelach Intensiv Type J J 200 mm Ø	„	„	ohne	7,5 Bauer	6,5 Bauer	„	5 Min.	48° C.	50 cm R. G. & S. Altes Modell
				mit	7,5 Bauer	7,5 Bauer	„	„	35° C.	

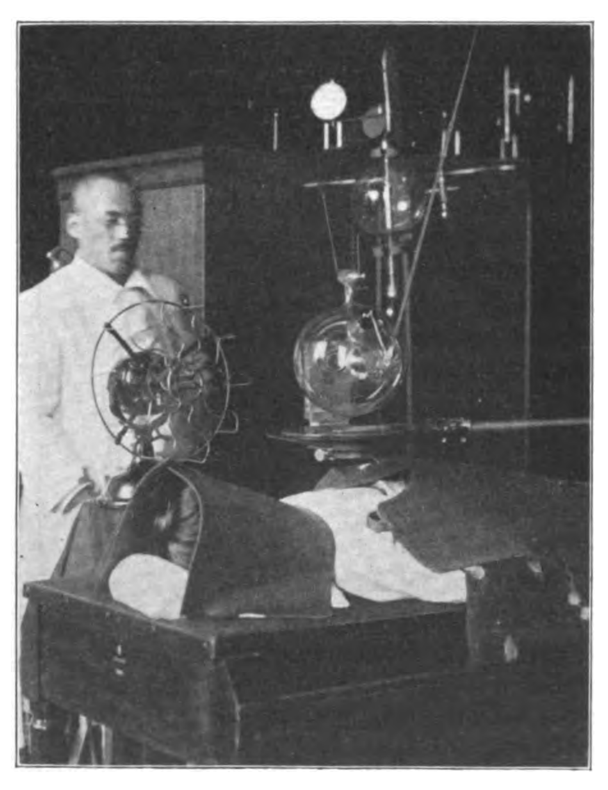


Fig. 2.
Die Anordnung der Kühlmethode der Röntgenröhre während des Betriebes.

Der Erfolg der Kühlung des fluoreszierenden Teiles der Halbkugel der Röhre zum Erreichen einer konstanten Härte während der Bestrahlung veranlaßte mich den Versuch in die Praxis zu übernehmen.

Es wurden 12—15 Patienten täglich mit harten Röhren in unserem Institut bestrahlt. Die Bedienung des Ventilators und dessen Aufstellung neben dem Bestrahlungstisch erfordert keine besonderen Maßregeln.

Die Röhren werden in der Praxis ohne Schutzhauben verwendet, jedoch ist unter der Röhre ein Blendenteller angebracht. Das Bedienungspersonal ist geschützt durch ein Bleiglas-Schutzhaus oder eine Schutzwand. Die nichtzubestrahlenden Körperteile der Patienten werden geschützt durch Bleigummiüberlagen. Die Anordnungen werden alle so getroffen, daß gegen einen Betrieb mit ungeschützten Röhren nichts einzuwenden ist.

Es wurde nun nach zahlreichen Bestrahlungen beobachtet, daß die Strahlenqualität sehr konstant ist, wodurch die

Dosis genauer als früher festgelegt werden kann, und das Leben der Röhre bedeutend verlängert wird.

Konstrukteure müssen der Konstruktion von Bestrahlungsstativen, welche eine gute Ventilation der Röhre gestatten, besondere Aufmerksamkeit schenken, und vielleicht eine Vorrichtung treffen, einen Luftstrom durch die Haube an der leuchtenden Halbkugel vorbei hindurchzuleiten.

Von den Fehlern, die durch die Bewegung des Körpers zwischen zwei Expositionen bei der Abbildung und Ausmessung der Stereoröntgenogramme entstehen.

Von

Dr. **J. Hanausek**, Prag.

Mit 7 Abbildungen.

Bei meinen Arbeiten über die Ausmessung der Lage der Knochen im lebenden Körper mittels der Stereoröntgenogrammetrie bin ich zu der Ansicht gelangt, daß es behufs der Beurteilung der Richtigkeit des Resultates dieser Messung notwendig ist zu wissen, welche Fehler bei der stereoskopischen Abbildung im allgemeinen, und bei der Ausmessung der Röntgenogramme im besonderen entstehen, wenn sich der Körper in der Zwischenzeit des Röntgenographierens aus der rechten und der linken Antikathode bewegt. Denn bei dem stereoskopischen Röntgenographieren ist es notwendig, zu allererst die Röntgenröhre auf die erste Stelle einzustellen, dann nach der Exposition aus dieser Lage die Platte auszuwechseln und dann die Röhre auf die von der ursprünglichen Lage um 6,5 cm (bei doppelter Basis um 13 cm) entfernte Stelle einzustellen. Das alles erheischt aber Zeit, in welcher der Patient leicht sich unwillkürlich bewegen kann. Selbst wenn wir über eine Biantikathodalröhre und eine Hildebrandsche Kasette verfügen, die eine schnelle Auswechselung der Platten ermöglicht und wobei die Platte überhaupt nicht den Patienten berührt, so daß auch eine unwillkürliche Bewegung der röntgenographierten Körperpartie bei der Bewegung der Platte von seiten des Arztes ausgeschlossen ist, — selbst dann können wir eine unwillkürliche Bewegung des Patienten nicht verhindern.

Allerdings sind bei der Stereoröntgenogrammetrie auch andere Quellen von Fehlern möglich, so z. B. wenn wir die Röhre aus der linken Position in die rechte nicht richtig um 6,5 cm verschieben. Weiterer Zweck gegenwärtiger Arbeit ist die Sicherstellung der Maßregeln, mittels welcher wir uns davon überzeugen können, ob im gegebenen Falle der Patient sich bei der Stereoröntgenographie nicht bewegt hat und ob also eine Ausmessung auf den Röntgenogrammen mit guten Resultaten durchführbar ist. Wie wir später sehen werden, können schon kleine Bewegungen des Patienten solche große Veränderungen bei der stereoskopischen Abbildung herbeiführen, daß infolge dessen die Röntgenogramme zur Messung untauglich werden.

Zu allererst werden wir diejenigen Veränderungen untersuchen, die entstanden sind durch die Bewegung des Körpers bei dem Röntgenographieren mit der normalen Basis (= 6,5, d. h. der Durchschnittsentfernung der Augen). Wir werden nur die geradlinige Verschiebung des Körpers untersuchen, denn es handelt sich uns nur um die anfängliche (d. h. bei der ersten Exposition) und die endliche (bei der zweiten Exposition) Lage des Körpers (des Objektpunktes), und wir legen durchaus kein Gewicht darauf, auf welcher Bahn (ob geradliniger, Kreis- oder Cykloide-Bahn — diese letztere wird bei der Verschiebung des menschlichen Körpers die häufigste sein, denn sie entsteht durch das sich Wälzen des Kreises auf der Ebene —), der Objektpunkt aus der Anfangslage in die Endlage gekommen sei.

Die Verschiebung kann entweder in der parallelen Richtung mit der Röntgenplatte, oder in der vertikalen auf der Platte geschehen. Die parallele Verschiebung mit der Platte kann wieder zugleich parallel mit der Basis (I. Fall), oder senkrecht auf die Basis sein.



Die Verschiebung zur Ebene der vertikalen Platte kann entweder in der durch die beiden Antikathoden verlaufenden Ebene geschehen oder in anderen Ebenen.

Verfolgen wir jetzt zu allererst die Verschiebung des Objektpunktes G, die mit der Röntgenplatte und der Basis parallel ist.

In der Fig. 1 bedeutet L u. R die linke und rechte Lage der Antikathode, die Entfernung zwischen ihnen b heißt die Basis, — und ist mit der Röntgenplatte parallel. In den Punkten L und R denken wir uns bei der Beobachtung im Stereoskop die Augen des Beobachters lokalisiert, welche auf die durch die Gerade PP bezeichnete Platte blicken. Die Platte PP bedeutet beide Röntgenogramme, die dicht aufeinander in diejenige Lage gebracht sind, in welcher die Röntgenplatten wirklich bei der Exposition in bezug zu den Antikathoden waren. Diese bei der stereoskopischen Beobachtung nötige Anforderung wird gerade durch die Stereoskope erzielt. Gleichzeitig ermöglicht das Stereoskop auch die ausschließliche Beobachtung mit dem rechten Auge nur desjenigen Röntgenogrammes, das aus dem Punkte R exponiert war, und mit dem linken Auge wieder nur jenes aus dem Punkte L exponierten. Für die Konstruktion und die Zahl zeichnen wir die Bildpunkte des rechten und linken Röntgenogrammes in der Ebene PP; allerdings sind diese Punkte um den sogenannten Fußpunkt F_e u. F_r so geordnet, wie sie sich bei der Exposition in bezug zu diesem Punkte abgebildet haben. Wir setzen dann voraus, daß die durch die Exposition aus der rechten Lage der Antikathode entstandenen Bildpunkte nur mit dem rechten Auge R vernommen sind, und so analog mit dem linken Auge. Die Art, auf welche dieses erzielt wird, richtet sich nach dem benutzten Stereoskop.

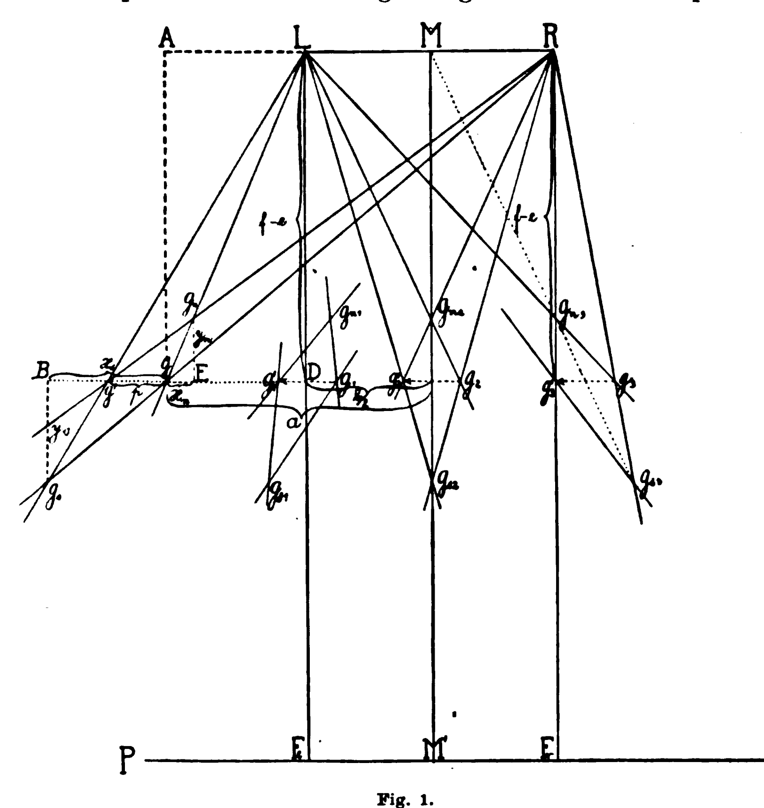


Fig. 1.

Das Zweckmäßigste ist, wenn die Lage der Augen in bezug zur Ebene PP eine solche ist, in welcher die Antikathode in bezug zu den Röntgenplatten waren.

In der Fig. 1 bedeutet weiter f die vertikale Entfernung der Antikathode von der Platte PP. Die Verschiebung entstand parallel zur Platte zwischen den Punkten G und G'; für die Berechnung ist es zwar gleichgültig, ob sich der Punkt G nach G'_1 oder umgekehrt verschoben hat, aber wir müssen unterscheiden, durch welche Antikathode der Punkt G, und durch welche der Punkt G' projiziert wurde. Größerer Klarheit und Einfachheit halber werden wir immer die erste Lage des Objektpunktes mit dem Buchstaben G, und seine Lage nach der Bewegung des Körpers mit dem Buchstaben G' bezeichnen. Diejenige Projektion, bei welcher der linke Punkt G aus der linken Lage der Antikathode und der rechte Punkt aus der rechten Antikathode röntgenographiert wird, werden wir eine übereinstimmende Projektion nennen, und eine nicht übereinstimmende diejenige Projektion, bei der der rechte Punkt G' aus der linken Antikathode, und der linke Punkt G aus der rechten Anti-

kathode röntgenographiert wird. Den Expositionsprozeß werden wir demnach ein übereinstimmendes, bzw. nicht übereinstimmendes Stereoröntgenieren nennen. In der Figur bezeichnen wir die bei der stereoskopischen Beobachtung durch die übereinstimmende Projektion entstandenen Punkte stereoskopische, übereinstimmende Punkte G_s; die stereoskopisch nicht übereinstimmenden Punkte bezeichnen wir G_n.

In diesen übereinstimmenden Punkten G_s, bzw. nicht übereinstimmenden G_n, sehen wir also im Stereoskop jene wirklichen Punkte des Objektes abgebildet, die wir eigentlich (d. h. wenn sich der Körper beim Röntgenieren nicht bewegen würde), in dem Punkte G sehen sollten.

Der Punkt M teilt die Basis; das von ihm auf die Platte gefällte Lot durchschneidet diese im Punkte M'.

Die, beide diese Punkte vereinigende gerade Linie werden wir die Mittellinie nennen; die Mittelebene wird dann die durch die Mittellinie senkrecht auf die Basis geführte Ebene sein. Die von den Enden der Basis auf die Röntgenplatte herabgelassenen Senkrechte heißen die Hauptachsen und diese schneiden die Platte in den Fußpunkten F_e und F_r durch. Die durch die beiden Hauptachsen gelegte Ebene werden wir die Hauptebene nennen.

Bezeichnen wir weiter die Entfernung des Objektpunktes G von der Platte mit dem Buchstaben e; a ist die Entfernung des Punktes G von der Mittelebene. Es sind also a und e die Koordinate der ursprünglichen Lage des Objektpunktes G in der durch die Antikathoden senkrecht auf die Platte gelegte Ebene hinsichtlich des Punktes M' als des Anfangspunktes.

In der Fig. 1 bezeichnet weiter p die Verschiebung des Punktes G in den Punkt G', d die Entfernung des Punktes G von der Mittelebene, x, y sind Koordinate des übereinstimmenden Punktes G_s (bzw. des nicht übereinstimmenden G_n) in bezug zum Anfangspunkte. Für den übereinstimmenden Punkt gilt:

$$y_s : f - e + y_s = p : b$$

$$y_s = \frac{p(f-e)}{b-p}. \tag{1}$$

In der Gleichung (1) kommt nicht die Größe a vor, woraus folgt, daß alle Punkte G_s auf derselben mit der Platte parallelen Geradelinie bleiben, und daß deshalb alle von der Röntgenplatte gleich entfernte und gleich zwischen beiden Expositionen parallel mit der Platte verschobene Punkte sich im Stereoskop als eine Ebene abbilden. Aber alle diese Punkte werden wir im Stereoskop um dieselbe Entfernung y_s, der ursprünglichen Lage des Punktes G gegenüber, niedriger verschoben[1]) sehen.

Aus der Gleichung (1) ersehen wir weiter, daß die Entfernung des Punktbildes von der ursprünglichen Lage des Objektpunktes in der vertikalen Richtung auf der Platte unmittelbar proportionell zur Größe der Verschiebung und der vertikalen Entfernung des Punktes von der Basis, d. h. von dem Werte $(f-e)$ ist. Es ist also weder die Entfernung des Punktes von der Röntgenplatte noch die Entfernung der Platte von den Antikathoden von einem Belang, sondern ausschlaggebend ist die Entfernung des Punktes von den Antikathoden, und zwar die senkrechte Entfernung des Punktes von der die Antikathoden verbindenden Geraden; denn — wie schon erwähnt — ist auch die Entfernung des Punktes von der Mittelebene von keinem Belang. Wenn der Punkt des Objektes sich in der Nähe der Röntgenplatte befindet, dann sieht der Beobachter im Stereoskop jene Punkte des Objektes, für welche gilt das $y_s > e$ hinter der Platte; jene Punkte aber, für welche ist $y_s = e$, sieht er gerade in der Ebene der Platte.

Aus der Ähnlichkeit $\Delta AGR \sim \Delta BG_sG$ erfolgt:

$$x_s = y_s \frac{a + b/2}{f-e},$$

[1]) Wenn wir uns die Antikathoden oben und die Platte unten horizontal gelegt vorstellen, wie es auch immer im folgenden gemeint ist.



und durch die Zusetzung hinter y_s aus der Gleichung (1) erhalten wir

$$x_s = \frac{p\,(a + b/_2)}{b - p}. \tag{2}$$

In dieser Gleichung kommen die Größen f und e nicht vor. Die Größe der Verzeichnung des Objektes in der Richtung x hängt also weder von der Entfernung des Punktes noch der Antikathode von der Platte ab. Diese Verzeichnung ist für alle diejenigen Punkte des Objektes, die gleich von der Mittelebene (ausschlaggebend ist hier die Größe a), entfernt sind, gleich groß. Für die von der Mittelebene entferntere Punkte ist sie größer. Je nach dem positiven oder negativen Vorzeichen, mit welchem wir die im Sinne von rechts oder links von der Mittelebene erfaßte Größe a versehen, erhalten wir allerdings auch die Größe x_s, und demnach ist es auch notwendig, diese Größe von der ursprünglichen Lage des Objektpunktes G aufzutragen.

Wenn wir die Richtung nach rechts als die positive bezeichnen, wie es gewöhnlich geschieht, so wird a positiv für die von der Hauptachse in der Richtung nach rechts sich befindende Punkte sein, und deshalb nach der Gleichung (2) wird x ebenfalls positiv sein. Für die Punkte von der Hauptachse in der Richtung nach links sich befindende wird a und x negativ.

Für die nicht übereinstimmenden Punkte G_n rechnen wir aus:

$$\Delta\, G E G_n \sim \Delta\, G D L$$

$$x_n : y_n = \frac{a - b/_2}{f - e}$$

und aus

$$\Delta\, G' E G_n \sim \Delta\, G' G'_4 R$$

$$p + x_n : y_n = p + a + b/_2 : f - e.$$

Durch die Einsetzung aus der vorhergehenden Gleichung resultiert

$$y_n = \frac{p\,(f - e)}{b + p}. \tag{3}$$

In der Gleichung (3) ist die Größe a fortgefallen, wie es auch in der Gleichung (1) geschah; also auch die Punkte G_n bleiben auf derselben Geradelinie parallel mit der Platte, oder anders gesagt, alle gleich von der Platte entfernte und gleich parallel mit der Platte verschobene Punkte bilden sich im Stereoskop als eine Geradlinie ab. Zu gleicher Zeit werden wir alle Punkte um dieselbe Entfernung y_n höher verschoben sehen. — Was die Werte p und $(f - e)$ anbelangt, gelten ebenfalls für diese dieselben Konsequenzen, die schon bei der Analyse der Gleichung (1) angeführt wurden.

Die Gleichung für die Ausrechnung der Werte y_s und y_n unterscheidet sich voneinander nur durch das Zeichen bei p. Weil aber y_s bzw. y_n im umgekehrten Verhältnisse mit dem Ausdrucke $b - p$ bzw. $b + p$ ist, so wird immer der Wert y_n bei sonst gleichen Bedingungen um etwas kleiner sein, und es entsteht deshalb in der Feststellung der Tiefe bei dem nicht übereinstimmenden Röntgenographieren ein kleinerer Fehler als bei den übereinstimmenden.

Für x bei nicht übereinstimmenden Punkten kann festgestellt werden

$$x_n = p\,\frac{a - b/_2}{b + p}. \tag{4}$$

Aus dieser Gleichung können wir ähnliche Resultate ziehen wie aus der Gleichung (2). Obzwar beim Röntgenographieren das Objekt auf die Platte anschließt, so sehen wir trotzdem im Stereoskop, daß es von der Platte entfernt ist, und zwar sehen wir jene Punkte, die beim Röntgenographieren dicht zur Platte sich anlegten, im Stereoskop um die Entfernung y_n von ihr entfernt. Das ganze Objekt ist hinsichtlich der Mittelebene ungleichmäßig verkleinert, und zwar je weiter der Punkt von der Mittelebene ist, desto größer ist die Verzeichnung. Wenn $a < b/_2$ ist, so erhalten wir ein x_n negatives, was die Bedeutung hat, daß für die zwischen

den beiden Hauptachsen sich befindende Punkte es notwendig ist, x_n im umgekehrten Sinne als für die Punkte außerhalb dieser Achse aufzutragen.

Zur Veranschaulichung, wie sich eine einfache geometrische Form verzeichnet, dient die Figur 2.

In dieser Figur würde eine Rechteckfläche aus der rechten Antikathode R in der Stelle ABCD röntgenographiert. Dann verschob sie sich parallel zur Platte in die Stelle A'B'C'D' und hier wurde sie aus der linken Antikathode röntgenographiert. Durch die Konstruktion wird sichergestellt, daß das Auge im Stereoskop das Rechteck in der Stelle 𝔄𝔅ℭ𝔇 sehen wird.

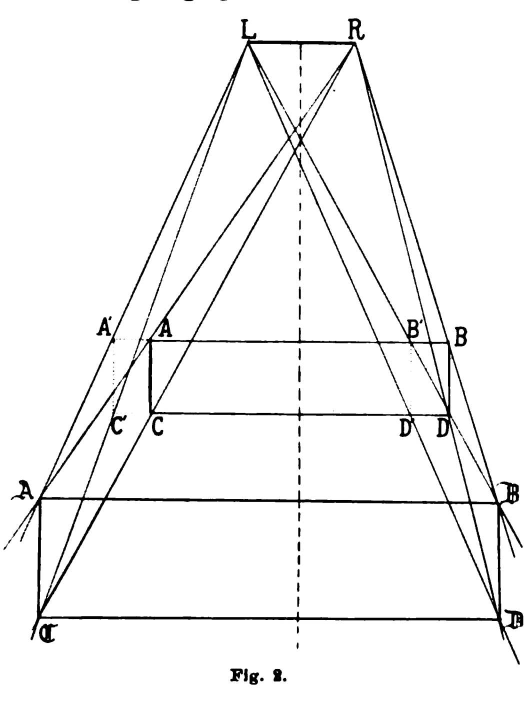


Fig. 2.

Das Bild des Rechteckes wird sich also im größeren Maßstabe und verschoben in der Richtung nach links rekonstruieren.

Als den II. Vorfall einer Verschiebung des Körpers erwägen wir die vertikale Bewegung auf die Basis. In der Fig. 3 ist eine von den Ebenen, in welcher eine solche

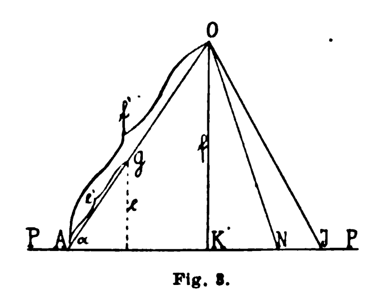


Fig. 3.

Bewegung stattfinden kann, durch die Zeichnungsebene veranschaulicht. Der Punkt O ist der Schnittpunkt der Basis mit dieser Ebene, auf welcher die Basis vertikal ist. PP ist die Röntgenplatte. Aus der unendlichen Vielheit der Geradelinien, in denen die betrachtete Bewegung in der Zeichnungsebene stattfinden kann, sind einige gezeichnet: $\overline{OJ}$, $\overline{ON}$, $\overline{OK}$ (diese ist zugleich auf der Platte vertikal) und $\overline{OA}$. In der Fig. 4 ist die Projektion dieser Bewegung bezeichnet; die Basis $LR = b$ liegt hier in der Zeichnungsebene. Zugleich ist in dieser Figur die Zeichnungsebene vertikal auf der Röntgenplatte, also ist sie jene Ebene, die in der Fig. 2 durch die Gerade OK bezeichnet ist. Die Fig. 3 gilt aber mit allen weiter folgenden Resultaten auch für die übrigen Ebenen, die durch die Basis gelegt sind, und mit der Röntgenplatte den mehr oder weniger spitzen Winkel a einschließen. Aber in diesem Falle müssen wir für f und e in den weiter unten angeführten Formeln andere Werte ersetzen, und zwar e' und f' (s. Fig. 3), für welche gilt:

$$e' = \frac{e}{\cos\alpha}$$

und

$$f' = \frac{f}{\cos\alpha}$$

bzw., wenn wir anstatt des Winkels α die Entfernung $\overline{AK}$, d. h. die Entfernung des Bildpunktes A von der Fußlinie kennen, so rechnen wir aus:

$$e' = \sqrt{e^2 + \left(\frac{AK \cdot e}{f}\right)^2}$$

und

$$f' = \sqrt{AK^2 + f^2}.$$

Dabei heißen wir die Fußlinie jene Geradelinie (und ihre Verlängerung), die die beiden Fußpunkte F_e und F_r vereinigt.

In der Fig. 4 auf der linken Seite der Mediallinie MM' hat sich der Objektpunkt von der Stelle G in die Stelle G' verschoben; die Verschiebung ist wieder p. Auch die übrigen Bezeichnungen sind dieselben geblieben wie früher.

Hier werden wir eine andere Terminologie gebrauchen als im Falle I, wobei wir als die Grundlage des Objektpunktes die untere Position nehmen werden, und wir werden voraussetzen, daß die Bewegung dieses Punktes in der Richtung nach oben stattfindet (von den Röntgenplatten zu den Antikathoden). Und je nachdem, von welcher Antikathode diese ursprüngliche untere Lage des Objektes röntgenographiert wird, werden wir das Röntgenographieren benennen; also werden wir jenes Röntgenographieren, bei welchem die untere Lage des Objektes aus der rechten Antikathode röntgenographiert wird, das Röntgenographieren „von rechts" benennen. — Im Stereoskop bildet sich dann der Objektpunkt im Punkte G_r. Das Röntgenographieren von links, analog dazu, verbildlicht den Punkt G im Punkte G_l. Rechnen wir jetzt die Fehler x_r und y_r auf der linken Seite der Medialebene aus, bei welchen im Stereoskop der Punkt G_r dem Objektspunkt G gegenüber verschoben erscheint.

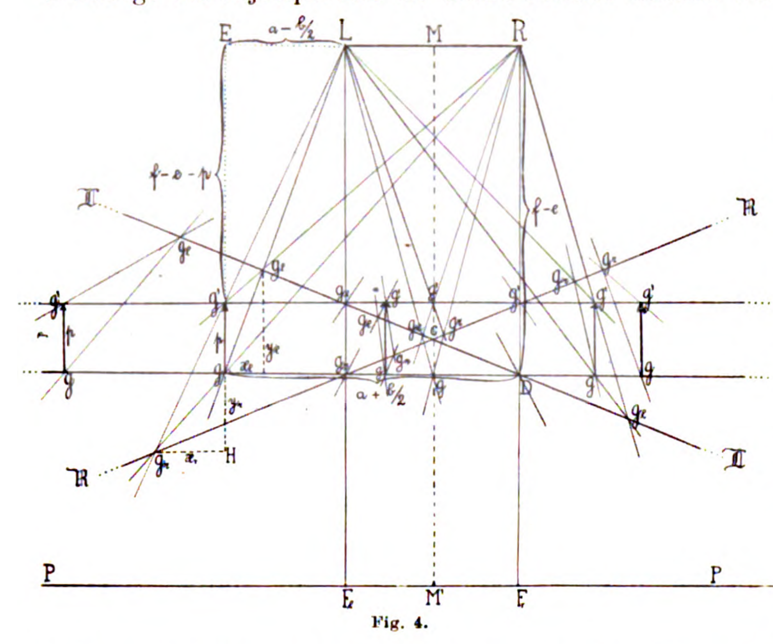


Fig. 4.

Aus $\Delta\, HG'G_r \sim \Delta\, EG'L$ folgt $y_r + p : x_r = f - e - p : a - b/_2$ und aus $\Delta\, HGG_r \sim \Delta\, DRG$ folgt $x_r : y_r = a + b/_2 : f - e$.

Aus beiden diesen Gleichungen erhalten wir:

$$y_r = \frac{p\,(f - e)\,(a - b/_2)}{b\,(f - e) - p\,(a + b/_2)}. \tag{5}$$

Für xr erhalten wir:

$$x_r = \frac{p\,(a + b/_2) \cdot (a - b/_2)}{b\,(f - e) - p\,(a + b/_2)}. \tag{6}$$

Bei dem Röntgenographieren „von links" (d. h. wenn die untere Lage des Objektes aus der linken Antikathode, die höhere Lage — nach der Verschiebung — aus der rechten Antikathode röntgenographiert wird), werden also jene Objektpunkte, die sich auf dem linken Hauptstrahl LF_1 oder in der durch diesen Strahl gelegte, und auf der Basis vertikalen Ebene befinden, nicht verzeichnet. Analog für den rechten Hauptstrahl und auch für das Röntgenographieren von rechts. Ähnlich konnten wir auch die Werte x_1 und y_1 ausrechnen; aber zur Erklärung der Verhältnisse und zur Übersicht genügt die Zeichnung. Zu diesem Zwecke ist in der Fig. 3 eine Reihe von Punkten von gleicher Höhe e oberhalb der Röntgenplatte und mit gleicher Verschiebung projiziert, und zwar sowohl beim Röntgenographieren „von rechts" als auch „von links". Die Objektgeradelinie, aus einer Reihe von Punkten $\overline{G \ldots G}$ zusammengesetzt, verschob sich zwischen beiden Röntgenaufnahmen in die aus der Reihe von Punkten $\overline{G' \ldots G'}$ zusammengesetzter Geradelinie. Die Objektgeradelinie sehen wir dann bei der stereoskopischen Betrachtung nicht in der Geradelinie $\overline{G \ldots G}$ mit der Röntgenplatte parallel, sondern in einer zu dieser Platte geneigten Geradelinie, und zwar wir werden bei dem Röntgenographieren „von links" im Stereoskop die Geradelinie 𝔏𝔏 sehen, beim Röntgenographieren „von rechts" die Geradelinie ℜℜ. Weiter ersehen wir aus der Konstruktion, daß die Objektlinie im Stereoskop länger und seitwärts

verschoben (d. h. parallel zur Platte in der Zeichnungsebene) erscheinen wird. Die grün bezeichnete Partie der Objektlinie $\overline{G \ldots G}$ (wenn „von links" röntgenographiert wurde), werden wir im Stereoskop als grün bezeichnete Partie der Geradelinie 𝔊𝔊 sehen.

Es wird uns also ein Stäbchen, das bei dem Röntgenographieren mit der Platte parallel war, im Stereoskop als geneigt, verlängert und seitwärts verschoben erscheinen.

Zur Veranschaulichung, wie bei dem Röntgenographieren „von links" die sich in der Zeichnungsebene befindende Rechteckfläche sich verzeichnet, dient die Fig. 5. Das Rechteck ABCD hat sich in die Lage A'B'C'D' verschoben, und es war in seiner niederen Lage ABCD aus der linken Antikathode L und in seiner höheren Lage A'B'C'D' aus der rechten Antikathode R röntgenographiert. Im Stereoskop wird uns das Rechteck als ein Viereck 𝔄𝔅ℭ𝔇 erscheinen, das mit seiner linken Partie in der Richtung zur linken Antikathode L, und der rechten Partie zur Röntgenplatte sich genähert, und außerdem im ganzen in der Richtung nach rechts sich verschoben hat. Dadurch erhalten wir eine Anschauung von den Unregelmäßigkeiten der Verzeichnungen auch bei geometrisch einfachen Formen.

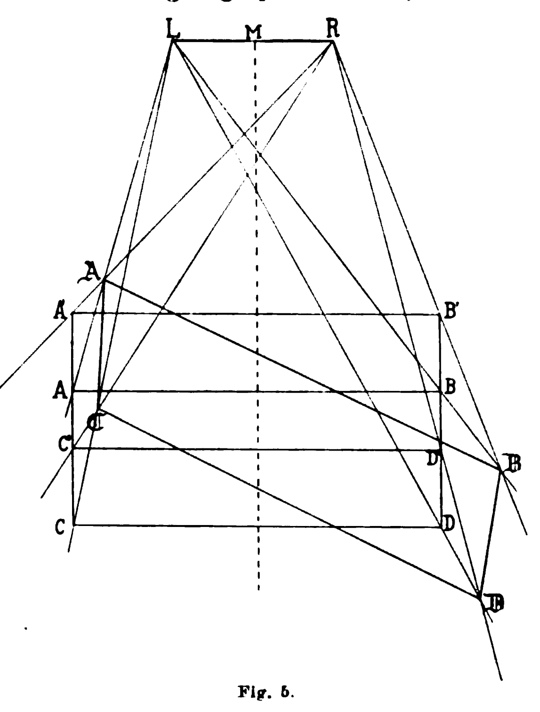


Fig. 5.

Eine weitere Art der Verschiebung entsteht, wenn sich der Objektpunkt vertikal auf der Röntgenplatte bewegt — und zugleich nicht in der Hauptebene LRF_lF_r. In der Fig. 6 ist ein solcher Vorfall veranschaulicht und zwar räumlich. Der Objektpunkt G verschob sich in den Punkt G'. Durch die Konstruktion erhalten wir die Projektion dieser Punkte auf der Röntgenplatte PP in den Punkten G_r und G_l. Bei der stereoskopischen Beobachtung sind die Knotenpunkte der Augen in den Punkten L und R. Wenn wir die Knotenpunkte mit den zugehörigen Bildpunkten G_l und G_r verbinden, so erhalten wir eine Gesichtslinie LG_l und eine Gesichtslinie RG_r. Wir erkennen aus der Konstruktion, daß beide diese Gesichtslinien sich in keinem Punkt schneiden. Durch das Verbinden der beiden Strahlen können wir also nicht die Rekonstruktion des Bildes erreichen. Mit Hilfe des Stereskopes verschmilzt das Auge die disparaten Bildpunkte G_r und G_l im Punkte G_n, wobei der Punkt G_n entstand, durch das Schneiden der Geradelinien G_lL und G'_rR, die in derselben Ebene parallel

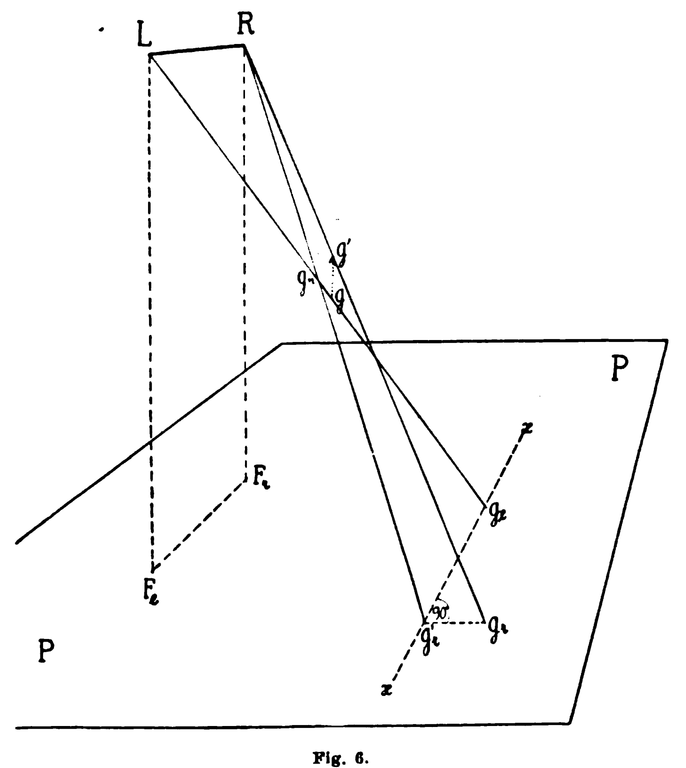


Fig. 6.

zur Basis und der Geradelinie $\overline{xx'}$ gelegt sind. Der Punkt G'_r entstand in der Weise, daß aus dem Punkte G_r eine Vertikale auf die Geradelinie xx', die eine Parallele zur Fußlinie $F_r F_l$ ist, gefällt ist. Im Schnittpunkt der Strahlen $\overline{G_r' R}$ und $\overline{G_l L}$, durch den Buchstaben G_n bezeichneten, erblicken wir also bei der stereoskopischen Beobachtung den Objektpunkt, den wir eigentlich im Punkte G sehen sollten.

Unter anderen Bedingungen verschiebt sich bei der stereoskopischen Rekonstruktion der Punkt G_l auf die durch den Punkt G_r parallel zur Fußlinie gelegte Geradelinie. Den verzeichneten Objektpunkt sehen wir allerdings dann anderwärts als in G_n wie es aus der analogen Konstruktion erfolgen würde. Auf eine ähnliche Art könnten wir die Fehler ableiten, die bei den zur Platte, keineswegs aber zur Hauptebene, parallelen Verschiebungen stattfinden. Durch die Konstruktion ersehen wir, daß auch in diesen Fällen eine bei weitem größere Verzeichnung des Objektes bei der zur Platte parallelen Verschiebung entsteht, als bei der zur Platte vertikalen Verschiebung. Für den gütigen Rat bei der Beurteilung dieses letzten Vorfalles danke ich dem Herrn Professor der böhmischen Technik in Prag Dr. Pantoflíček.

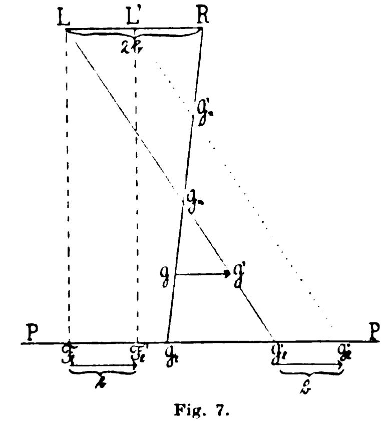


Fig. 7.

Erwägen wir weiter die Fehler bei der Verschiebung, die beim Röntgenographieren mit der vergrößerten Basis entstehen und zwar im ersten Falle der Verschiebung beim nicht übereinstimmenden Röntgenographieren (siehe Fig. 7). Die Basis (d. h. die Entfernung beider Lagen der Antikathoden) soll für eine sogenannte normale Aufnahme beiläufig 65 mm betragen. Vergrößern wir die Basis auf eine doppelte Augenentfernung, d. h. auf beiläufig 13 cm = 2 b. Wir bekommen Bilder mit sogenannter Plastik 2, welche mit Vorteil bei Objekten großer Tiefe benutzt werden, wie z. B. beim Brustkorb. Größere Plastik als 2 kann man beim Röntgenographieren sehr selten benutzen, weil hierbei die Vereinigung der Bilder zu einem stereoskopischen Eindrucke schwierig ist.

In der Fig. 7 ist R die rechte Lage der Antikathode, L ihre linke Lage, LR = 2b. Das rechte Auge (genauer die vorderen Knotenpunkte dieses Auges) lokalisieren wir in der Stelle der rechten Antikathode, das linke Auge bleibt allerdings von der linken Antikathode um den Wert b entfernt und wird in der Stelle L' sein. Damit also die Hauptachse des linken Auges mit der Hauptachse des linken Bildes übereinstimmt, werden wir die linke Platte um den Wert b in der Richtung nach rechts verschieben. Der Fußpunkt F_l verschiebt sich in den Fußpunkt F'_l. Dadurch kam das linke Auge an jene Stelle, in welcher relativ zur linken Platte die linke Antikathode war. Der durch das nicht übereinstimmende Röntgenographieren des Punktes G' entstandene Bildpunkt G'_l verschiebt sich in den Punkt G''_l oder der Strahl LG'_l verschiebt sich zu sich parallel nach $L'G''_l$. Der Schnittpunkt der Strahlen $L'G''_l$ mit RG_r ist der Punkt G'_n. Wir können uns die Punkte G_r und G'_l so vorstellen, daß sie sich entweder durch das nicht übereinstimmende Röntgenographieren der Punkte G und G' abgebildet haben, also bevor und nach dem Verschieben des Objektpunktes, oder durch das Röntgenographieren des Punktes G_n, in welchem wir uns den Objektpunkt, der sich aber zwischen beiden Expositionen nicht bewegt hat, denken. Wir sehen, daß wir uns auf diese Weise die Aufgabe vereinfachen und den Punkt G_n als den gegebenen Objektpunkt erwägen können, zu dem wir den der vergrößerten Basis angehörigen Punkt G'_n zusammenstellen. Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke $\Delta\, G_n G_r G'_l \sim \Delta\, G'_n RL'$ ist es möglich zu beweisen, daß der Fortschritt des Punktes G_n nach G'_n zu der Verkleinerung der Basis LR auf L'R proportionell ist. Diese Proportionalität gilt nicht nur was die Tiefe anbelangt, sondern auch in der auf der Hauptachse vertikalen Richtung. Es kann gesagt werden: Die Größe des Bildes und seine Entfernung vom Auge ist in umgekehrtem Verhältnis zur Länge der Basis. So z. B. bei doppelter Basis sehen wir das Bild in halber Größe und halber Entfernung. Bei verschiedenen Verschiebungen des Körpers zwischen zwei Expositionen bei

vergrößerter Basis erhalten wir also im Stereoskop ähnliche Bilder denjenigen (Ähnlichkeit im mathematischen Sinne), die oben für die normale Basis festgestellt wurden, aber verkleinerte und dem Auge nähere — zur Länge der Basis proportionell.

Zur klareren Veranschaulichung der Größe der Fehler rechnen wir etliche konkrete Fälle durch. Wir röntgenographieren z. B. den Brustkorb; da wird mancher Punkt von der Röntgenplatte wenigstens 15 cm entfernt sein. Wir wählen also e = 15 cm, weiter die fokale Distanz f = 50 cm und die Entfernung beider Lagen der Antikathode b = 6,5 cm; da, wenn sich in der Zeit zwischen beiden Expositionen der Punkt nur um 2 mm parallel zur Platte und zugleich zur Basis verschiebt, so machen wir in der Feststellung der Tiefe des Objektpunktes beim übereinstimmenden Röntgenographieren einen Fehler von mehr als 1 cm (genauer 1,1 cm), während bei dem nicht übereinstimmenden Röntgenographieren der Fehler um etwas kleiner sein wird (1,04 cm).

Es ist augenscheinlich, daß, wenn wir das stereoskopische Bild in richtigen Dimensionen erhalten wollen, wir den Brustkorb nicht beim Atmen röntgenographieren können. Die seitlichen Wände des Brustkorbes verschieben sich beim Atmen parallel mit der Platte (in einer Komponente der Bewegung) um viele Millimeter. Bei der Verschiebung um $^1/_2$ cm (und eine solche Verschiebung kann leicht geschehen), würde bei oben angeführten Bedingungen ein Fehler in der Feststellung der Tiefe um mehr als $2^1/_2$ cm beim nicht übereinstimmenden Röntgenographieren entstehen. Das ist allerdings ein sehr beträchtlicher Fehler. Auf einen großen Fehler bei der Verschiebung des Körpers kann schon aus beiden Formeln (1) u. (3) geschlossen werden, in denen die Größe p als ein Faktor hervortritt.

In der Breite des Objektes fehlen wir im angeführten Falle beim übereinstimmenden Röntgenographieren (bei der Verschiebung p = 0,2 cm und a = 11,25 cm) $x_s = 1{,}1$ cm und $x_n = 0{,}6$ cm.

Vergleichen wir mit diesem Resultat die Fehler im II. Falle der Verschiebung (vertikale auf die Basis) in demselben konkreten Falle wie oben nach den Gleichungen (5) und (6). Für die Verschiebung p = 0,2 cm erhalten wir:

$$x_r = 0{,}1 \text{ cm und } y_r = 0{,}2 \text{ cm}$$

und für die Verschiebung p = 0,5 cm

$$x_r = 0{,}26 \text{ cm und } y_r = 0{,}6 \text{ cm.}$$

Aus diesen Resultaten ersehen wir, daß die Fehler im II. Falle der Verschiebung nur unbedeutend sind. Die Abweichungen sind auch festgestellt durch die Konstruktion der Figuren in dem den angeführten konkreten Fällen genau entsprechenden Maßstabe und sie stimmen mit den Berechnungen überein.

Der Zweck dieser Abhandlung ist nicht eine allgemeine und vollständige Lösung des gegebenen Thema, und deshalb wurden auch nicht alle Fehler in allen möglichen Lagen der Objektpunkte an den Antikathoden in Details erschöpft, sondern es wurden nur etliche typische Fälle der Verschiebung durchgerechnet bzw. konstruktiv veranschaulicht, die aber genügend den Einfluß der Verschiebung des Körpers auf die stereoskopische Verbildlichung und Messung erläutern.

Wir können also im ganzen sagen, daß die Fehler, die infolge der zur Platte und der Basis parallelen Verschiebung entstehen, sehr bedeutend sind, und wir sie nicht unbeachtet lassen dürfen, während die Fehler, die bei der auf der Basis vertikalen Verschiebung entstehen, nur unbedeutend sind (allerdings bei vorausgesetzter, ebenfalls geringen Verschiebung). Selbst einfache geometrische Formen, z. B. ein Rechteck, verzeichnen sich unregelmäßig auch bei einfachen Verschiebungen.

Bei der Verschiebung des Körpers entstehen allerdings gewöhnlich bei weitem kompliziertere Bewegungen; so beschreiben gewöhnlich die einzelnen Punkte auf den Extremitäten und dem Brustkorbe bei den Verschiebungen annähernd eine Kurve, eine Cykloide. Hier entstehen allerdings noch bei weiterem kompliziertere Verzeichnungen.



Die Entfernung des Objektpunktes von der Platte hat keinen Einfluß auf die Größe oder Art der Fehler bei der Verzeichnung. Allerdings ist es wahrscheinlicher, daß die von der Platte (= der fixierenden Unterlage) entferntere Körperpartien sich leichter und im größeren Maßstabe bewegen werden.

Zur Vermeidung der Verschiebungsfehler ist eine möglichst vollständige Fixation notwendig, was noch ziemlich gut auf den Extremitäten durchgeführt werden kann. Bei der Röntgenographie des Brustkorbes ist es freilich notwendig, daß nicht nur der Brustkorb fixiert sei, sondern daß auch der röntgenographierte Patient — im Laufe und zwischen den beiden Expositionen — den Atem anhält; auch bei der Stereoröntgenographie z. B. der Wirbelsäule darf der Patient ebenfalls nicht atmen, denn auch hier könnten die durch das Atmen bedingte kleine Bewegungen der Wirbelsäule (der Patient liegt auf dem Rücken und die sich bewegenden Rippen stützen sich auf die Röntgenplatte) ziemlich bedeutende Fehler in der Feststellung der Lage und der Form der Wirbel herbeiführen. Die Ausmessung der Stereoröntgenogramme des Herzens ist ohne groben Fehlern allerdings nur in dem Falle möglich, wenn beide Röntgenogramme in derselben Phasis der Herzensaktion aufgenommen werden, was sich bewerkstelligen läßt mit Hilfe des Sphygmographes und eines elektrischen Kontaktes, mittels dessen sich der die Röntgenröhre versorgende Strom schließt.

Es ist auch möglich, daß bei schweren Herzfehlern das Herz dermaßen den Brustkorb erschüttert, daß Fehler in der Feststellung der Rippenposition entstehen (siehe hierzu das auf der Seite 307 oben durchgerechnete Beispiel).

Wie überzeugen wir uns, daß der Patient sich bei der Stereoröntgenographie nicht bewegt hat? Es genügt, wenn wir zur röntgenographierten Körperpartie eine Platte von der Form eines gleichseitigen Dreieckes, dessen Proportionen wir kennen, befestigen. Statt der Platte kann man auch ein Dreieck aus schwachen Drähten anwenden. Wir befestigen diesen (mit Hilfe eines Pflasters u. ä.) auf die von der Platte abgewendete Partie des Körpers, weil bei größerer Entfernung von der Unterlage der Platte auch eine eventuelle größere Bewegung leichter entsteht. Das Dreieck soll weiter möglichst in die größte Entfernung von der Haupt- und Mittelebene angelegt werden, weil dadurch die eventuelle Verzeichnung auffallender wird.

Infolge der Verschiebung des Körpers und des Dreieckes zwischen dem Stereoröntgenographieren wird das Dreieck verzeichnet erscheinen, was manchmal entweder durch die einfache Beobachtung im Stereoskop oder manchmal erst bei der der Stereomessung der Proportionen des Bildes des Dreieckes konstatiert werden kann.

Resumé.

Der Zweck der gegenwärtigen Arbeit war die Sicherstellung mancher Fehler, welche bei der Bewegung der stereoröntgenographierten Körperpartie zwischen zwei Expositionen entstehen. Durchgerechnet bzw. konstruktiv veranschaulicht wurden nur etliche sozusagen typische Vorfälle, die genügend die Frage erläuterten. Es wurde sichergestellt, daß die Fehler schon sehr bedeutend sind, selbst bei unmerklichen zur Platte parallelen Verschiebungen (siehe die Gleichung (1), (2), (3) und (4); z. B. wenn die Entfernung des Objektpunktes von der Antikathode 35 cm ist, so beträgt bei der Verschiebung = 2 mm ein Fehler — in der Feststellung der Tiefe — mehr als 1 cm; und bei einer Verschiebung um $^1/_2$ cm beträgt er mehr als $2^1/_2$ cm.

Bei der auf der Basis vertikalen Verschiebung (siehe Gleichung [5] und [6]) sind die Fehler nur unmerklich.

Das Bild kann sich so verzeichnen, daß wir jene Körperpartien, die beim Röntgenographieren sich zur Platte anlegten, im Stereoskop hinter der Röntgenplatte sehen.

Auch einfache geometrische Formen verzeichnen sich unregelmäßig bei einfachen Verschiebungen (siehe konstruktive Veranschaulichung in Fig. 2 und 5).

Die Entfernung der röntgenographierten Körperpartie von der Platte ist in allen Fällen der Verschiebung ohne Einfluß auf die Größe und Qualität der Fehler.



Bei der vergrößerten Basis erhalten wir im Stereoskop jene verzeichneten Bilder, die matematisch den oben für die normale Basis festgestellten gleichen, aber verkleinert und dem Auge näher proportionell zur Basis.

Die bei anderen Verschiebungen als den gerade erwähnten Verzeichnungen sind kompliziert. Da entstehen in den Augen disparate Bilder, deren Verschmelzung konstruktiv veranschaulicht und erläutert ist in dem Vorfalle der vertikal auf die Platte und zugleich außer der Hauptebene vor sich gehende Verschiebung (Fig. 6).

Zur Vermeidung dieser Fehler ist eine vollkommene Fixation der röntgenographierten Körperpartien unerläßlich. Bei dem Stereoröntgenographieren irgendeiner Partie des Rumpfes (so auch des Rückgrates) ist die Atemanhaltung notwendig. Das Stereoröntgengramm des Herzens muß in derselben Phasis der Herzensaktion genommen werden.

Zur Sicherstellung, ob sich der Patient bei der Stereoröntgenographie nicht bewegt hat, genügt es gewöhnlich, daß man zur röntgenographierten Körperpartie ein gleichseitiges Dreieck aus Drähten bekannter Proportionen, annähernd parallel zur Platte, und zwar auf die von der Platte abgewandte Körperpartie, und in möglichst größter Entfernung von der Haupt- und Mittelebene befestigt. Seine eventuelle Verzeichnung kann schon entweder durch die bloße Beobachtung im Stereoskop oder erst bei seiner Stereomessung konstatiert werden.

Zur Theorie der stereoskopischen Abbildung und der Ausmessung der Röntgenogramme.

Von

Dr. **J. Hanausek** (Prag).

Mit 3 Abbildungen.

Die Methode der Ausmessung der verschiedenen Organe, besonders der Knochen im lebenden Menschenkörper, mittels der Röntgenstrahlen wird immer häufiger in manchen Fächern der Medizin, namentlich bei exakter wissenschaftlicher Forschung, angewendet. Nur mit wenigen Worten erwähne ich die Anwendung der Stereoröntgenogrammetrie in dem Fache, in welchem ich praktisch arbeite (mechanische Orthopädie); bei der Forschung über die Bewegungsmechanik der normalen und verkrümmten Wirbelsäule (auch z. B. beim sitzenden Kinde auf der Schulbank), bei der Kontrolle der Korrektionswirkung der stabilen und portativen Apparate, und der gymnastischen Lage des Körpers, bei der Konstatierung des therapeutischen Ergebnisses, und in anderen Fällen bietet diese Methode Resultate, die auf keine andere Art zu erreichen sind. Eine einfache Röntgenplatte kann uns niemals eine genaue räumliche Vorstellung bieten, und ich glaube, daß selbst bei einer bescheidenen Beurteilung der einfachen Röntgenbilder, wir oftmals hinsichtlich der Konstatierung der räumlichen Lage der Knoche (nicht der Form) diese Bilder überschätzen.

Die Irrtümer in der Abschätzung (denn es handelt sich eher um eine Abschätzung nach den früheren anatomischen Erkenntnissen als um die objektive Feststellung) der Lagentiefe der Knochen sind häufig und nicht gering. Als Hilfsmittel zur Abschätzung der Tiefe kann hier dienen: 1. Verdeckung einer Knoche durch eine andere (die verdeckte ist der Platte näher), was sich am Röntgenogramm bei weitem schwieriger konstatieren läßt als an der Linsenphotographie; 2. die Deutlichkeit der Knochenstruktur (die Struktur der der Platte näheren Knoche erscheint deutlicher); 3. die der Antikathode nähere Knoche ist ceteris paribus größer.

Die genaue Feststellung der Lage der Knoche ist nur erreichbar durch die stereoröntgenogrammetrische Methode, bei der es auf etliche Arten möglich ist, das stereoskopische (also körperliche) Bild der Knoche in allen drei Dimensionen zu messen.

In Anbetracht der angeführten Wichtigkeit dieser Methode ist gewiß ihre genaue Durcharbeitung wünschenswert, und dazu möge auch diese gegenwärtige Abhandlung beitragen.



Es handelt sich um die Beurteilung des Vorteiles der verschiedenen Lagen der beiden Röntgenplatten in bezug zu den beiden Lagen der Antikathode, das ist, von der Lage der Hauptachsen zu den Röntgenplatten.

Drüner (Über die Stereoskopie und stereoskopische Messung in der Röntgentechnik, dieser Zeitschrift Bd. 9, S. 225) beurteilt diese Frage folgendermaßen: Platten, die mit konvergenten sich durchschneidenden optischen Achsen exponiert waren, müssen wir bei der Beobachtung in dieselbe Lage bringen, und in die gleiche Neigung versetzen, in welcher bei der Aufnahme die Unterlage sich befand, und der vom Fußpunkt senkrecht aufgehende Strahl muß in die Mitte der Pupille fallen; so erhält das Stereoskopbild die richtige Perspektive.

Drüner schreibt diesen Bildern einen Vorteil vor denjenigen mit parallelen optischen Achsen zu. Alle Punkte der linken Seite sind vom linken Auge ebenso weit entfernt, wie die homologen Punkte in der rechten Platte vom rechten Auge. Beide Augen haben also bei Betrachtung aller Bildpunkte gleiche Akkomodation. Bei den Bildern mit parallelen optischen Achsen brauchen die seitlichen Teile des Bildes ungleiche Akkomodation.

Bls Beispiel führt Drüner dieses an: Fixiert man den linken Fußpunkt beim Fokalabstand 60 cm und Plastik 2, so beträgt seine Entfernung vom linken Auge 60 cm; seine Entfernung vom rechten Auge ist $\sqrt{60^2 + 13^2} = 61{,}391$. Die Differenz zwischen beiden Entfernungen beträgt für den Fußpunkt rund 14 mm und wird nach den seitlichen Teilen des Bildes zu noch größer. Diese Differenz wird als unangenehme Spannung gefühlt, und zwar um so stärker je höher die Plastik ist.

Bei der bestimmten Differenzgröße sind die Augen nicht fähig, durch verschiedene Akkomodation auf beiden Seiten scharfe Netzhautbilder zu erzeugen.

Drüner ezielte die Konvergenz in der Weise, daß er den rechten Rand der linken Platte und den linken Rand der rechten Platte abhob; also waren diese Ränder der zugehörigen Lage der Antikathode näher, als die gegenüberliegenden Ränder. Hierzu konstruierte er eine besondere Kassette. Er sagt, daß er dadurch gleiche Akkomodation für alle Punkte des Bildes erzielt habe.

Eijkman behauptet aber, daß Drüner durch die Lage der Platte in seiner Kasette nicht eine Verbesserung der Akkomodation erzielte (siehe dieser Zeitschrift „Stereoröntgenographie, S. 355—382, 1909).

In der Antwort Drüners auf die Eijkmansche Abhandlung besteht Drüner darauf (dieser Zeitschrift, Bd. XIV, S. 207), daß der Theorie nach es vorteilhaft ist, wenn der Hauptstrahl senkreckt auf der Plattenebene steht, und diese und das Bild in ihrer Mitte trifft; es beständen nur die Schwierigkeiten der Messung.

Zur Entscheidung dieser Frage, wie man röntgenographieren soll, ob mit parallelen oder konvergenten Hauptachsen, ist es also außer anderen Umständen nötig, die Akkomodationszustände auf den Stereoröntgenogrammen festzustellen. Wir wissen schon aus dem Vorhergehenden bei der binokularen Betrachtung eines bestimmten Objektpunktes oder bestimmten Bildpunktes auf den Röntgenogrammen im Stereoskop, daß die Entfernung eines Auges von diesem betrachteten Punkte eine verschiedene sein kann von derjenigen Entfernung des anderen Auges von demselben Punkte.

Wir werden diesen Unterschied der beiden Entfernungen die Akkomodationsdifferenz nennen.

Ich schließe, daß bei der stereoskopischen Betrachtung der Röntgenogramme man zweierlei Akkomodationsdifferenzen zu unterscheiden hat (s. Abb. 1). In dieser Abbildung bedeutet PP die Ebene der beiden Röntgenplatten, auf denen aus den Antikathoden RL der Objektpunkt B in die Bildpunkte B_r und B_l projiziert wird. Die Entfernung RL (Basis = 6,5 cm, also Plastik 1) ist mit PP parallel. Bei der Betrachtung der Röntgenogramme lokalisiert sich das rechte Auge auf der Stelle R, das linke auf der Stelle L. Wir sollen die Akkomodation des rechten Auges, welches den Bildpunkt B_r, und diejenige des linken, welches den Bildpunkt B_l betrachtet, feststellen.

Die erste Differenz zwischen der Akkomodation des rechten und der Akkomodation des linken Auges entsteht durch die Lage der Augen (resp. die Basis der Antikathoden) in bezug zu dem Objekte. Diese Differenz ist in der Abb. 1 durch die Länge $LL' = k$ angedeutet, und ist durch die Differenz LB—RB gegeben. Sie ist für jeden Punkt des Objektes eine andere; für die Punkte in der medianen Ebene MM' gleicht sie der Null, und ist desto größer, je entfernter der Punkt B von dieser Ebene und der Platte ist. Diese I. Akkomodationsdifferenz (durch die Lage der Augen entstanden) existiert auch bei der Betrachtung des wirklichen Objektes, und zwar in derselben Größe; die muß also auch bei den Röntgenogrammen erhalten bleiben. Die II. Akkomodationsdifferenz entsteht in folge der Lage der Platte. Wenn die Platte parallel mit der Basis ist (wie es sich gewöhnlich auch verhält), dann ist es aus der Abbildung ersichtlich, daß diese Differenz durch den Unterschied $BB_l - BB_r = B_lB'_l = h$ gegeben ist. Und diese Akkomodationsdifferenz soll bei der Betrachtung der Röntgenogramme beseitigt werden, denn bei der Betrachtung des Objektpunktes B ist die Differenz zwischen der Akkomodation des rechten und linken Auges gleich k, während bei der stereoskopischen Betrachtung der Bilder der Punkte B_r und B_l diese Differenz $k + h$ gleich ist. Die vollständige Beseitigung der beiden Differenzen würde durch das Röntgenographieren auf Kugelplatten gelingen, wobei die linke Platte die Mitte der Krümmung in der linken, die rechte in der rechten Antikathode hätte, und die Halbmesser beider gleich wären. Es ist augenscheinlich, daß bei der Lokalisation der Augen auf die Stellen der beiden Antikathoden alle Punkte der rechten Platte um die gleiche Entfernung, die dem Halbmesser gleicht, vom rechten Auge entfernt werden. Gerade so bei der linken Platte, und zwar wieder um denselben Halbmesser. Dabei sind also bei der Betrachtung aller Bildpunkte beide Augen gleich akkomodiert. Aber die Beseitigung der Akkomodationsdifferenz k (wie es gerade durch das eben angeführte Verfahren erfolgen würde) ist nicht zweckmäßig, wie schon oben erwähnt; die vollständige Beseitigung der Differenz h (bei Erhaltung k) ist nicht möglich, denn dazu wäre es notwendig, jeden Punkt des Objektes auf eine Platte mit anderer Krümmung und mit der Mitte dieser Krümmung im betreffenden Punkte zu röntgenographieren; so z. B. der Punkt B auf eine Platte vom Halbmesser BB_r.

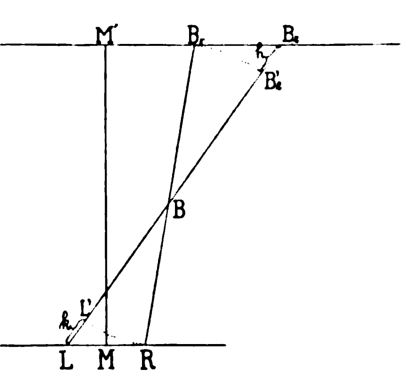


Fig. 1.

Es ist noch zu bemerken, daß eigentlich nicht einmal selbst durch die gänzliche Beseitigung der II. Akkomodationsdifferenz und Erhaltung der I. Akkomodationsdifferenz vollständig normale Verhältnisse zu erreichen sind. Das linke Auge schaut nämlich auf den Objektpunkt B aus der Entfernung LB, und das rechte Auge aus der Entfernung RB. Bei dem Schauen in das Stereoskop ist aber das linke Auge akkomodiert auf die Entfernung LB'_l (das heißt in jenem günstigen Falle, wo die II. Akkomodationsdifferenz entschwunden ist) und das rechte Auge auf die Entfernung RB_r. Bei ganz richtigen Akkomodationsverhältnissen sollte auch hier das linke Auge nur auf die der Distanz LB gleiche Entfernung akkomodiert sein, und das rechte Auge nur auf die der Distanz RB gleiche Entfernung. Beide Augen müssen sich also im Stereoskop auf die entfernteren Punkte als auf den Objektpunkt B akkomodieren, die aber um dieselbe Distanz $BB_r = BB'_l$ für die beiden Augen entfernt sind, so daß hier keine neue Akkomodationsdifferenz entsteht und das Verhältnis zwischen den Akkomodationen der beiden Augen auf den Objektpunkt B und zwischen den Akkomodationen bei der stereoskopischen Betrachtung dasselbe bleibt: Diese Differenz zwischen der Entfernung eines Auges vom Objektpunkt, und der Entfernung desselben Auges von den zugehörigen Bildpunkten ist desto kleiner, je näher beim Röntgenographieren der Objektpunkt sich bei der Platte befindet; für die Objektpunkte, die an die Platte eng sich anschließen, wird sie zur Null.

Nach diesem Feststellen der Akkomodation bei der Betrachtung der stereoskopischen Röntgenogramme können wir jetzt die Drünersche Weise des Stereoröntgenographieren mit den konvergenten Achsen beurteilen.



In der Abb. 2 bedeutet L und R die Lage der Antikathode resp. der Augen des Beobachters, LP die Röntgenplatte, die aus der linken Lage der Antikathode L exponiert ist, und RP die Platte, die aus der rechten Lage der Antikathode exponiert ist.

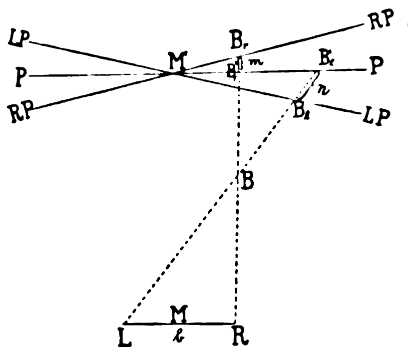


Fig. 2.

Beide Platten sind hinsichtlich der gewöhnlichen Lage der Platten PP geneigt.

Der Objektpunkt B bildet sich auf der linken Platte im Punkte B_l, während er sich in der Ebene PP im Punkte B'_l abbilden würde; auf rechter Platte projiziert er sich in den Punkt Br, während in der Ebene PP er sich im Punkte B'_r abbilden würde. Es wird also die Akkomodationsentfernung (aber nur jene, die auf die II. Akkomodationsdifferenz Einfluß hat) für den Punkt B_l .... BB_l betragen und für den Punkt B_r .... BB_r.

Früher haben wir für die Ebene PP diese Akkomodationsdistanzen gehabt: BB'_r und BB'_l wobei $BB'_r < BB'_l$ war; es wäre vorteilhaft, wenn diese zwei Größen sich gegenseitig ausgleichen würden, oder wenn wenigstens ihr Unterschied, d. h. die II. Akkomodationsdistanz möglichst klein wäre. Durch das schiefe Aufstellen der Platten, wie der Abbildung angedeutet, vergrößert sich die Distanz BB'_r um die Entfernung $B'_r B_r = m$, während die Distanz BB'_l sich um die Entfernung $B'_l B_l = n$ verkleinert. Wir erhalten also durch die im geeigneten Grade vollführte Neigung der Platte eine Verkleinerung der II. Akkomodationsdifferenz, während die I. Akkomodationsdifferenz hierbei sich nicht verändert. Das Stereoröntgenographieren mit geneigten Platten ergibt also natürlichere Akkomodationsverhältnisse.

Dieser Ansicht von den Akkomodationsdifferenzen nach wollen wir noch die Akkomodationsverhältnisse bei dem Stereoröntgenographieren mit vergrößerter Basis erwägen, und zwar mit der verdoppelten Basis, die man fast ausschließlich gebraucht, denn andererseits vergrößerte Basen gebraucht man sehr selten. Übrigens kann man leicht die Berechnungen auf eine beliebige Vergrößerung der Basis anwenden.

In der Abbildung 3 bedeutet L und R. beide Lagen der Antikathode, wobei ihre Entfernung $2b = 13$ cm beträgt. Die Projektionen des Objektpunktes B sind B_r und B_l. Bei stereoskopischer Beobachtung lokalisieren wir das rechte Auge auf die Stelle der rechten Antikathode; das linke Auge bleibt allerdings von der linken Antikathode um $b = 65$ mm entfernt und wird sich auf der Stelle L′ befinden. Damit die Hauptachse des linken Auges mit der Hauptachse des linken Bildes übereinstimmt, verschieben wir die linke Platte um 65 mm in der Richtung nach rechts. Dadurch kam das linke Auge auf die Stelle, in der beziehungsweise zur linken Platte die Antikathode war. Der Strahl LB_l verschob sich parallel zu sich nach $L'B'_l$.

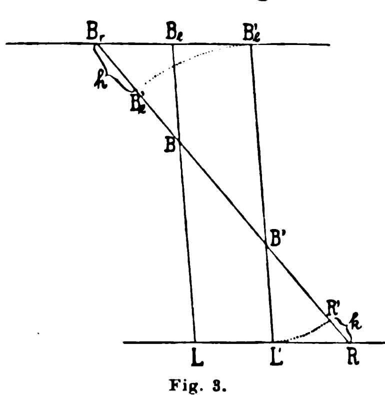


Fig. 3.

Der Schnittpunkt RBr mit $L'B'_l$ ist der Punkt B′, in dem wir den Objektpunkt B sehen. Das Bild sehen wir in der halben Größe und der halben Entfernung.

Welche Akkomodation sollen wir hier als eine normale betrachten? Es ist allerdings unmöglich, den wirklichen Gegenstand von der Stellung der Antikathoden aus, in welcher die Exposition (L u. R) genommen wurde, zu betrachten. Wir müssen uns deshalb, auf der Stelle des halben, in der halben Entfernung gesehenen Bildes einen wirklichen Gegenstand von derselben halben Größe, auf den wir mit den in den Stellen L′R lokalisierten Augen schauen, vorstellen. Und diese Akkomodation, die jener gedachte „halbe Gegenstand" erfordert, die betrachten wir als normal, und solche Akkomodationsverhältnisse muß man auch bei

der stereoskopischen Betrachtung der exponierten Röntgenplatten mit doppelter Basis erzielen.

Aus der Abbildung 3 ist es ersichtlich, daß die Differenz der Entfernungen $RB' - L'B' = k$ die I. Akkomodationsdifferenz ist, die man auch hier bewahren muß. Die II. Akkomodationsdifferenz ist dem Unterschiede der Entfernungen $B'B_r - B'B'_1 = h$ gleich. Mittels desselben Rechnungsprozesses, der bei der einfachen Basis angewendet wird, schließen wir auch hier ganz leicht, daß in Hinsicht der Verkleinerung dieser Akkomodationsdifferenz die Stereoröntgenographie mit den konvergenten Achsen vorteilhaft ist.

Das endliche Urteil, das sich aus diesen Erörterungen ergibt, ist, daß bei der Lage der Platten mit den konvergenten Achsen wir zwar nicht eine vollkommene Akkomodation erzielen, aber daß trotzdem durch diese Plattenlage die Akkomodationsverhältnisse besser sind, als bei der Lage der Platten mit den konvergenten Achsen.

Eine vollständige Übereinstimmung zwischen der Akkomodation beim Betrachten auf einen wirklichen Gegenstand, und zwischen der Akkomodation bei der stereoskopischen Betrachtung kann aus zweierlei Gründen nicht erzielt werden. Einerseits beseitigen wir selbst bei geneigten Platten nicht vollkommen die II. Akkomodationsdifferenz (zur vollständigen Beseitigung würden Kugelplatten mit Krümmungsmittelpunkt im Objektpunkt nötig), und einerseits befinden sich selbst bei geneigten Platten beide Augen in größerer Entfernung vom Objektpunkt als vom Bildpunkt, obzwar diese Entfernung für beide Augen proportionell vergrößert ist. Die Lage der Platten mit den konvergenten Achsen kann angewendet werden entweder bei den Stereoröntgenogrammen, die wir in den Stereoskop bloß betrachten wollen oder bei solchen Arten der Ausmessung, bei denen wir die Röntgenogramme leicht in dieselbe geneigte Lage bringen, wie sie bei der Exposition war (so z. B. die Drünersche Art der Ausmessung mittels Meßskalen. Dieses Verfahren paßt aber nicht für die Ausmessung mittels Methoden, bei denen wir nur mit großen Schwierigkeiten eine gleichmäßige Neigung der photographischen Platten erzielen würden (hauptsächlich bei verkleinerten Röntgenogrammen).

Aus dem Zentralröntgeninstitut des k. k. allgemeinen Krankenhauses in Wien (Vorstand Prof. Dr. Holzknecht).

Eine wichtige Fehlerquelle bei Untersuchungen über die motorische Bedeutung des Magensäureinhaltes des Magens.

Von

Dr. **Urano** (Japan), Hilfsarzt des Institutes.

Es wird allgemein angenommen, daß die Magensäure von der Motilität des Magens abhängt. Ferner wissen wir, daß Hyperazidität den Tonus des Pylorus steigert. Dieser Gegenstand ist in neuerer Zeit lebhaft diskutiert worden und es fällt im Gegensatz zu der sicheren Annahme, daß Hyperazidität Pylorusspasmus macht, auf, daß viele der neuesten Untersuchungen diesbezüglich keine positiven Resultate gebracht haben. In dieser Beziehung haben Kreuzfuchs (1), Eisler (2), Glaeßner und Egan usw. verschiedene Resultate mitgeteilt. Glaeßner und Kreuzfuchs vertreten bei verschiedenen Gruppen von Krankheitsfällen den Standpunkt, daß anschlaggebend das Verhältnis zwischen Magenazitität und Alkaleszenz des Duodenums ist: HCl größer als Alkaleszenzpylorospasmus, HCl gleich oder kleiner als Akariszenz, offener Pylorus und Magenautomatismus.

Lenk und Eisler haben durch Versuche bei Katzen, welche künstliche Hyperazidität und Hypoazidität gehabt haben keine Störung in der motorischen Funktion des Magens beobachtet, und sagten, daß dem Chemismus des Magens an sich, namentlich aber einer Hyperazität nicht



die so häufig bei Magenerkrankungen beobachtete Störung der motorischen Funktion zuzuschreiben ist. Egan hat durch die Versuche bei Menschen, bei welchen er künstliche Hyperazidität und Hypoazidität erzeugt hatte und zwar erstere durch Salzsäure, letztere durch Sodalösung, keine motorischen Störungen des Magens beobachtet. Die Frage dürfte daher auch in der nächsten Zeit von vielen erörtert werden. Die Wege zu ihrer Lösung sind verschiedene. Unter anderem kommt auch in Betracht, die Austreibungszeit der Wismutspeise zu bestimmen und dann, besonders bei starkazidem Mageninhalt, die Säure zu neutralisieren und abermals die Motilität zu bestimmen. Viele Autoren haben für diese Art von Versuchen das Natriumbikarbonat benutzt. Mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt habe ich zunächst erwogen, daß Boas (3) den Vorschlag macht, die Dosis des Natriumbikarbonats je nach dem Grade der Azidität verschieden zu geben und man tut daher gut, dieselbe im Einzelfalle je nach dem Aziditätsgehalte zu berechnen. Allerdings zeigt man hierbei nur die augenblickliche Wirkung; doch erhält man immerhin dadurch einen brauchbaren Maßstab für die Alkalidarreichung. Nach den Berechnungen für die Alkalidarreichung von Boas (3) stellt sich bei einer Azidität, die 2,5 p. m. HCl übersteigt, die Dosis des Natriumbikarbonats auf 8—10 g. Das gilt für die großen Mahlzeiten, für kleinere genügt die Hälfte. Bei einer Azidität für 3 p. m. HCl stellt sich das Natriumbikarbonat auf 12 g. In allen diesen Fällen liegt als Mageninhalt eine Flüssigkeitsmenge von 400 ccm zugrunde und es ist völlige Neutralisierung vorausgesetzt. Da aber ein Teil des Alkali in den Darm geschafft, ein zweiter aufgesaugt wird und endlich der Berechnung nur der augenblickliche Salzsäurevorrat zugrunde liegt, so sind die vorhergesagten Mengen eher zu niedrig als zu hoch gegriffen. Trotzdem behauptet Boas, daß die bisherigen Alkalidosen für eine wirksame Alkalisierung des Salzsäureexzesses schon kleineren Mengen genügen.

Ferner ist mir zweifelhaft geworden, ob es richtig ist, daß man in röntgenologischen Arbeiten durch Natriumbikarbonat die Magensäure neutralisiert. Tatsächlich kann ich trotz meiner noch kleinen Erfahrung diesbezüglich das Natriumbikarbonat nicht empfehlen.

In ein Glas mit 50 g 5 p. m. HCl-Lösung und 20 g Bismut, goß ich 50 g 2proz. Natriumbikarbonatlösung dazu, in ein zweites Glas goß ich 100 g Wasser mit 20 g Bismut und rührte den Inhalt in beiden Gläsern gut durcheinander. Im ersten Glase entwickelten sich perlende Kohlensäuregase. Die sich hierbei entwickelnden Gase bringen das Bismut in Bewegung und treiben es dadurch in die Höhe; je feiner das Bismutpulver ist, desto höher kann es in die Höhe getrieben werden. Es sammelt sich dann auf der Oberfläche an und sinkt dann allmählich langsam wieder auf den Grund zurück; ist das Pulver gröber, so sinkt es schneller; während des ganzen Vorganges ist das Bismutwasser getrübt. Je höher die Azidität ist, desto lebhafter ist der ganze Vorgang. Während sich im ersten Glase dieser Vorgang abspielte, blieb das zweite Glas ganz ruhig und das Wasser blieb auch klar.

Die Erscheinung im ersten Glase findet auch im Magen statt, wenn man die Magensäure durch Natriumbikarbonatlösung neutralisiert, doch dürfte im menschlichen Magen die Erscheinung viel intensiver sein, weil die Magenbewegung diese noch bedeutend steigert. Ich habe auch am Menschen folgenden Versuch angestellt: zuerst gab ich einfaches Bismutwasser (20 Bismit : 100 Wasser), dann alle 15 Minuten eine 1proz. Natriumbikarbonatlösung u. zw. 200 g. Nun verglich ich diesen Magen mit einem, dem ich nur Bismutwasser (20 : 100) und außerdem einfaches Wasser gegeben habe. Bei dem ersten Magen war der Magenschatten diffuse grau und konnte ich manchmal nur mit Mühe sichere Magengrenzen unterscheiden, während der Schatten des zweiten Magens, besonders sein kaudaler Pol, besser zu sehen war. Das Bild des kleinen Restes der Bismutmahlzeit muß infolgedessen sehr undeutlich zu sehen sein, besonders bei Hypersekretion, weil der kleine Rest bei Hypersekretion aus sedimentiertem Bismut besteht.

Andererseits kann man denken, daß der kleine Rest in motilitätsverzögerten Magen, besonders bei Hypersekretion schneller austreiben muß, weil das sedimentierte Bismut sich mit wässeriger Oberschichte gut vermischen kann und weil nach Haudek (4), besonders bei Hypersekretion die Entleerungzeit in enger Beziehung zur Sedimentierung steht. Haudek hat näm-

lich gefunden, daß der Bismutbrei durch das vermehrte Sekret verdünnt wird. Es ist daher im Magen kein dicker Brei mehr vorhanden, sondern ein Gemisch, aus dem das Bismut sich leicht aussedimentiert, dieses dann auf den Magengrund fällt und einen Schatten bildet, der unverhältnismäßig lange liegen bleibt, während über ihm das kontrastmittelfreie Sekret unaufgehalten entleert wird. Da diese Stagnation nur für die Kontrastmittel gilt und nicht für die gewöhnlichen leichten Speisen, so kann man von einer hyprosekretorischen Pseudostagnation sprechen und Haudek hat daher die Schlußfolgerung auf Pylorospasmus nicht für alle Fälle röntgenologiker Sekretion gelten lassen.

Endlich hat es seine Bedenken anzunehmen, daß nach Verabreichung von etwas Soda eine nachhaltige Neutralisierungswirkung auftritt. Sowohl die verdünnenden Fähigkeiten der Sekretion als auch andere Reguliereinrichtungen derselben könnten die geringe Beeinflussung wettmachen, wenn es nicht gelingt im Magen ein Depot von neutralisierender Kraft zu setzen, das nach dem uns unbekannten Bedarf benutzt wird. Auch dazu eignet sich die Soda wenig. Der Überschuß wieder wirkt als Alkali nicht neutral.

Nun müssen wir andere Alkali, welche zunächst bei Neutralisation keine Gase entwickeln, suchen; es kommen die alkalischen Erden in Betracht.

Was die Art der zu verwendenden Alkalienerden betrifft, so kommen zwei Mittel in Betracht und zwar die Magnesia usta und die Magnesia ammoniophosphorica.

Der Vorgang der Zerlegung der Magnesia usta im Magen stellt sich nach folgender Formel dar: $MgO + 2\ HCl = Cl_2Mg + H_2O$. Hier entsprechen 0,55 Molekulargewichte MgO, 10 Moleküle HCl. Für Phosphorsäureammoniakmagnesia lautet die Formel folgendermaßen: $Mg(NH_4)PO_4 + 3\ HCl = Cl_2Mg + H_4NCl + H_3Po_4$. Hier ergibt die Berechnung, daß 1,25 Moleküle $Mg(NH_4)Po_4$, 1 Molekül HCl entsprechen, während das Natriumbikarbonat sich hierbei nach folgender Formel darstellt: $NaHCo_3 + HCl = ClNa + H_2O + Co_2$. Berechnen wir die betreffenden Molekulargewichte, so ergibt sich, daß 2,3 Moleküle Natriumbikarbonat 1 Molekül HCl sättigen.

Daraus geht hervor, daß die Magnesia usta am meisten Salzsäure sättigt, sodann folgt die Phosphorsäureammoniakmagnesia, während wir vom Natriumbikarbonat viermal soviel als von Magnesia usta und fast zweimal soviel als von der Phosphorsäureammoniakmagnesia brauchen.

Trotz einer kleinen Erfahrung glaube ich, daß die Magnesia usta für den vorliegenden Zweck ein sehr gutes Mittel ist, erstens weil, wie ich vorher gesagt habe, die Magnesia usta schon in relativ kleinen Mengen die Salzsäure sättigt, weil es zweitens eine Eigenschaft der Magnesia usta ist, daß sie im Wasser fast gar nicht lösbar ist, sondern sich der überschüssige Teil nach Neutralisation der freien Säure im Magen einlagert und so neue Magensekretion neutralisieren kann. Deswegen kann man relativ lang und relativ sicher den alkalischen Zustand des Mageninhaltes erhalten, drittens weil die Magnesia keine antisedimentierende Wirkung hat, wie die Soda mit ihrem Brauseeffekt und daher keine motilitätsbeschleunigende Fehler in die Untersuchung hineinbringt.

Literatur.

1) Kreuzfuchs und Glaeßner. Über den Pylorospasmus. Münch. med. Woch. Nr. 11, 1913.
2) Eisler und Lenk. Experimentell-radiologische Studien zur Physiologie und Pathologie des Verdauungstraktes.
3) Boas. Magenkrankheiten. 2. Aufl. 1891.
4) Haudek. Gesellschaft für innere Medizin 18/I. 1913.



Plattenschaukasten zur Demonstration einer größeren Anzahl von Röntgenbildern.

Von

Dr. Franz Wohlauer,

Assistent an der Kgl. Universitäts-Poliklinik für orthopädische Chirugie zu Berlin.

Der Plattenschaukasten, den ich habe konstruieren lassen, soll die Demonstration einer größeren Zahl von Röntgenaufnahmen gestatten, wie sie in einem großen Betriebe erforderlich ist. Er besteht aus einem würfelförmigen Schaukasten mit vier quadratischen Seitenflächen aus Milchglas in der Größe 50 × 50 cm. Die Schauflächen sind seitlich durch Metallführungen begrenzt, in denen Nutenleisten verschieblich angebracht sind; mit diesen werden die Platten kleineren Formates befestigt. Die Leisten tragen an den Enden Schrauben mit denen sie an den Führungen befestigt werden können. Somit ist es ermöglicht in die oberen Nuten wiederum Platten einsetzen zu können (siehe Abbildung).



Die Nutenleisten stehen etwas von der Milchglasscheibe ab, damit die Platten, die nicht durch eine obere Leiste befestigt werden, schon durch das schräge Anliegen an der Milchglasscheibe Halt haben.

Der Schaukasten ist drehbar um die Fußsäule auf einem fahrbaren Stativ aufgestellt; am Stativ ist der Regulierwiderstand angebracht, der eine Veränderung der Lichtstärke in weiten Grenzen gestattet. Die Milchglasscheiben sind gleichmäßig hell beleuchtet. Es lassen sich ohne weiteres Jalousie- oder Schieberblenden an den Leuchtflächen anbringen; es wird in der Regel ausreichen, wenn nur eine der vier Flächen mit einer Abblendevorrichtung versehen wird.

Es besteht die Möglichkeit, an den dem Betrachter abgewandten Seiten die Platten auszuwechseln und so eine rasche Erledigung eines großen Betriebes zu erzielen, anderseits kann eine größere Zahl von Zuhörern gleichzeitig die Aufnahmen in Augenschein nehmen, da ja vier Schauflächen vorhanden sind.

Der Schaukasten läßt sich an jede Lichtleitung mittels Steckkontaktes anschließen.

Der Schaukasten wird von der Firma Koch & Sterzel, Dresden, Vertreter K. Westphal-Berlin hergestellt.

(Aus der chirurg.-orthopäd. Privatklinik von Prof. Gocht-Halle a. S.)

Über Fremdkörper im Röntgenbild mit besonderer Berücksichtigung der Glassplitter.

Von

Dr. Friedrich Loeffler.

Nicht alle Fremdkörper absorbieren bekanntlich in gleichem Maße einen Teil der hindurchgesandten Röntgenstrahlen und geben auf der Platte einen mehr oder weniger deutlichen Schatten. Einen hohen Absorptionskoeffizienten für Röntgenstrahlen besitzen die Schwermetalle und die aus ihnen hergestellten Gegenstände, wie z. B. Geschosse jeglicher Art, Nadeln, Haar-

nadeln, Eisensplitter, Blechstücke, Nägel usw. Daher lassen sich diese Fremdkörper deutlich durch Röntgenstrahlen nachweisen, zumal das menschliche Gewebe und die Organe für die Röntgenstrahlen sehr durchlässig sind, d. h. einen sehr niedrigen Absorptionskoeffizienten für Röntgenstrahlen besitzen.

Ist der Körperteil, in dem ein Fremdkörper steckt, von geringem Durchmesser, z. B. Finger oder Zehen, so kann der Fremdkörper den Bruchteil eines Millimeters betragen und ist, wenn auch schwieriger, doch noch auf dem Bilde nachzuweisen. Bei größerer Kleinheit muß aber, wenn er überhaupt noch nachweisbar sein soll, sein Atomgewicht größer sein als das des ihn umgebenden Gewebes.

Da man nun bei den vielen Fremdkörperaufnahmen Gelegenheit gehabt hat, recht kleine Fremdkörper noch bildlich darzustellen, so hat Forster experimentelle Untersuchungen darüber angestellt, wie kleine metallische Fremdkörper sich noch durch Röntgenstrahlen nachweisen lassen. Forster stellte nämlich bei einem 18jährigen Mädchen röntgenologisch ein sehr kleines Nadelfragment zwischen Patella und distalem Femurende fest, das operativ entfernt wurde und nur 0,0202 g wog. Hierdurch sah er sich veranlaßt, eine methodische Untersuchung über die kleinsten noch nachweisbaren metallischen Fremdkörper auszuführen. Er fand, daß unter bestimmten Versuchsbedingungen ein eiserner Fremdkörper von nur einem Milligramm Gewicht mit voller Sicherheit in einer menschlichen Hand nachgewiesen werden kann.

Aber nicht nur Metallsplitterchen sind in der Regel zum Röntgen zwingende Ursachen, auch Glaspartikelchen müssen oft erst durch Röntgenstrahlen nachgewiesen und lokalisiert werden. Weniger deutlich, aber in den meisten Fällen doch noch lassen sich diese nachweisen und zwar, wie ich nachher zeigen werde, bis zu einer beträchtlichen Kleinheit. Es kommt hier noch neben der Höhe des Atomgewichts, das bei den Glassorten verschieden ist, ein anderer Faktor in Betracht, nämlich das Phänomen des „geläuterten Strahles", wodurch die röntgenologische Darstellung der Glassplitter erschwert wird. Strahlen, die durch ein Medium gedrungen sind, durchdringen eine zweite Schicht desselben Stoffes bedeutend leichter. Da die Röntgenstrahlen nun schon die Glaswand der Röntgenröhre passiert haben, werden sie von dem Glassplitter im Körper nur minimal absorbiert.

Über die reine Tatsache, daß sich Glassplitter röntgenologisch feststellen lassen, machte zuerst Jastrowitz im Jahre 1896 im Verein für innere Medizin in Berlin Mitteilung. Er demonstrierte ein von Herrn Spieß von der Urania hergestelltes Photogramm, auf dem ein Glassplitter in der Hand nachgewiesen war. Über die Größe und das Gewicht des Glassplitters ist Näheres nichts mitgeteilt.

Im Jahre 1898 veröffentlicht v. Linstow einen Fall, bei dem er zwei kleine Glassplitter in der Fingerkuppe des linken Mittelfingers röntgenologisch feststellen konnte, die operativ entfernt würden.

Interessant ist dieser Fall insofern, als zum ersten Male etwas über die Größe des Glassplitterchens berichtet wird. Der größere wog 0,0059 g, der kleinere 0,0030 g.

Weitere Mitteilungen über die Größe und das Gewicht der durch Röntgenstrahlen nachgewiesenen Glassplitterchen sind meines Wissens nach in der Literatur nicht vorhanden. Es ist überhaupt eine auffallende Tatsache, daß so oft der radiographische Nachweis von Glassplittern im menschlichen Körper besonders der Hand versäumt wird, sehr oft wohl infolge Unkenntnis der Möglichkeit des Nachweises. G. v. Saar hat systematische Untersuchungen darüber angestellt, wie sich die verschiedenen Glas- und Porzellansorten in der Darstellbarkeit durch Röntgenstrahlen verhalten und hierüber auf dem Chirurgenkongreß 1909 vorgetragen.

v. Saar kommt zunächst zu dem wichtigen Resultat, daß sich alle Glas- und Porzellansorten auf der Röntgenplatte selbst in dünnster Schicht abbilden. Er stellt drei verschiedene Gruppen auf.

I. Gruppe „Leichtgewichtsgruppe" vom spezifischen Gewicht 2,0—2,5. Hierher gehören Porzellan und Steingut, sonst aber keine praktisch wichtigen Gläser. In oder auf der mensch-



lichen Hand kommen diese nun sehr mangelhaft zur Geltung. Selbst größere Splitter bleiben in der Hand unerkannt, wenn nicht durch Haftenbleiben von bleihaltiger Glasur der Nachweis ermöglicht wird.

II. Gruppe vom spezifischen Gewicht 2,5—3,0. Hierher gehören die meisten im täglichen Leben verwendeten und vorkommenden Glassorten: Flaschen-, Fenster-, Spiegelglas, Thermometer und Gerätegläser, Deckgläschen und Objektträger, photographische Platten usw. Reiskerngroße, ja auch noch kleinere Partikelchen dieser Gruppe lassen sich röntgenologisch genügend deutlich darstellen.

III. Gruppe „Schwergewichtsgruppe“ vom spezifischen Gewicht 3,0—5,5. Hierher gehören die praktisch weniger wichtigen Gläser: Chrom-, Flint-, Thalliumglas, Straß- und Halbkristall. Wegen ihres hohen spezifischen Gewichts sind sie ebensogut darstellbar wie Metallsplitter.

Nun hängt aber die röntgenologische Darstellung von Fremdkörpern, besonders von Glassplitterchen nicht allein von dem spezifischen Gewicht ab. Auch die Qualität der Röhre, die Dauer der Belichtung, der Röhrenabstand usw. sind von der größten Bedeutung. Von Jahr zu Jahr macht die Röntgenwissenschaft, sei es durch experimentelle Erfahrungen, sei es durch Verbesserung des Materials, große Fortschritte. Immer exakter werden die Aufnahmen und zuverlässiger die Deutung der Bilder mit ihren verschiedenen Schatten. So können kleine Sesamknöchelchen in der Hand oder kammartige Ausläufer der distalen Gelenkflächen der Finger, die sich bisweilen scharf und deutlich als spitze dunkle Schatten markieren, mit Fremdkörperchen verwechselt werden. Aber durch die genaue Kenntnis der Lage, Form, Struktur und des eventuellen Vorhandenseins von Sesambeinchen, der normalen Beschaffenheit der Gelenkflächen und -konturen und der durch pathologische Prozesse hervorgerufenen Beschwerden, können wohl derartige Täuschungsmöglichkeiten beseitigt werden.

Wie schon oben erwähnt, kann man mit Sicherheit metallische Fremdkörper von 0,001 g Gewicht und Glassplitter, d. h. die von den gebräuchlichsten Arten von spezifischen Gewicht 2,5—3,0 noch bis zu einem Gewicht von 0,003 g röntgenologisch nachweisen. Daß es aber möglich ist, Glassplitterchen noch bis zu einem Bruchteil eines Milligramms durch Röntgenstrahlen aufzufinden, soll folgender Fall zeigen, der damit wohl bis jetzt der einzigste seiner Art sein dürfte.

Einem Patienten war ein Glasröhrchen in der Hand zerbrochen und angeblich ein Splitterchen in der Fingerkuppe des rechten Mittelfingers sitzen geblieben. Äußerlich war auch bei Lupenbetrachtung nicht das geringste zu sehen. Beim Druck aber auf die Fingerspitze verspürte er einen heftigen stechenden Schmerz. Es wurde also ein Röntgenbild gemacht. Auf der Platte sieht man im Bereich der Fingerspitze einen kleinen haarscharfen punktförmigen Schatten. Sollte dieser Schatten der des Fremdkörpers sein, so mußte nach der Entfernung des Splitterchens aus dem Finger der Schmerz aufhören und auf einer zweiten Röntgenplatte der punktförmige Schatten verschwunden sein. Es wurde durch Berühren der Fingerspitze mit einer feinen Sonde der Schmerzpunkt festgestellt und die Hautpartie um diese Stelle herum mit einem Ovalärschnitt exzidiert. Dieses Hautpartikelchen wurde mit einer spitzen Pinzette gefaßt und davon ein zweites Röntgenbild gemacht. Auf diesem Bilde sieht man wieder den kleinen punktförmigen Schatten. Der Schmerzpunkt auf der Fingerkuppe war geschwunden. Es mußte sich also der Glassplitter in dem exzidierten Hautstückchen befinden. Durch eine Säurelösung wurde das Gewebe im Physikalischen Universitätsinstitut zu Halle a/S. vom Geheimrat Prof. Dr. Dorn aufgelöst, so daß der minimale Glassplitter übrig blieb; eine exakte Wägung ergab, daß der Glassplitter nur 0,1 mg wog.

Soweit uns aus der Literatur bekannt, ist dies der kleinste Glassplitter, der durch Röntgenstrahlen innerhalb des menschlichen Körpers nachgewiesen wurde. Eine exakt zeichnende, weiche Röntgenröhre mit absolut festliegendem kleinen Brennfleck und eine vollkommene Fixierung des Körperteils sind die Voraussetzungen des Gelingens solcher diffizilen Aufnahmen.



Man merke sich für die Exstirpation solcher sehr kleiner oberflächlich gelegener Fremdkörper:

1. Man suche nicht im Gewebe nach dem Fremdkörper, sondern exstipiere ihn samt dem umliegenden Gewebe. Man erhält viel glattere Wundverhältnisse, als wenn man nach der Inzision das Gewebe mit Messer, Sonde usw. durchsucht und schließlich den Glassplitter bei seiner Kleinheit doch nicht findet.

2. Man suche in dem exzidierten Gewebstück den Fremdkörper zunächst nicht mit Instrumenten, sondern wieder durch eine Röntgenaufnahme, und man schließe die Inzision durch die Naht erst dann, wenn das Röntgenbild den Fremdkörper einwandsfrei zeigt. Erst nachträglich suche man den Fremdkörper auf irgendeine andere Weise in dem Gewebstück zu finden.

Vergleichende Versuche mit modernen Röntgeninstrumentarien für Tiefentherapie.

Eine Entgegnung auf die Arbeiten der Herren Wendt, Kreß und Dessauer[1]).

Von

Dr. **Günther,** Nürnberg, und **Bosselmann,** Erlangen.

Die drei getrennt erschienenen Veröffentlichungen von Wendt, Kreß und Dessauer, die sämtlich Ingenieure in den Veifa-Werken sind, richten sich gegen unsere Arbeit in Heft 4 dieser Zeitschrift. Die Arbeiten von den genannten Herren machen eine Entgegnung erforderlich, da wir den Standpunkt den Herren Wendt, Kreß und Dessauer nicht anerkennen können und die Unrichtigkeit in ihren Arbeiten im Interesse der Ärztewelt, die sich mit Röntgenologie befaßt, klar stellen müssen. Aus Gründen der Sachlichkeit versagen wir es uns, auf die Angriffe persönlicher Natur einzugehen und stellen in aller Kürze folgendes fest:

1. Der benutzte Reformapparat besitzt die Vorrichtungen zur Ausübung der Tiefentherapie, verkürzbare Segmente und Umschalter für Betrieb mit 25 oder 50 Impulsen. Nach der Aussage von Beamten der Veifa-Werke war er zur Zeit unserer Versuche das beste Instrumentarium für Tiefentherapie.

2. Die Härtemessungen wurden sämtlich, wie dies auch in unserer Arbeit ausdrücklich betont ist, auf photographischem Wege vorgenommen, unter Verwendung der einfachen Wehnelt- und der Benoist-Skala. Sämtliches Plattenmaterial befindet sich noch in unserem Besitze.

3. Die Gegenüberstellung der Kurven vom Reform- und vom Apexapparat ist keine willkürliche, aus verschiedenen Zeiten stammende. Die Kurve des Reformapparates ist von den Veifa-Werken erstmals veröffentlicht in der Münchener Med. Wochenschrift, Jahrgang 60, Nr. 41, Dessauer: „Fortschritte in der Erzeugung der Röntgenstrahlen". Die Kurve des Apexapparates ist nicht einem Zirkular von Reiniger, Gebbert & Schall entnommen, sondern durch eigene Beobachtung zur Zeit der Veröffentlichung der Kurve des Reformapparates gewonnen.

4. Die von uns veröffentlichte Tiefenkurve des „Apex"-Apparates ist in einer Gesamtbestrahlungszeit von zehn Minuten erhalten worden, und zwar ohne Rhythmeur unter Verwendung des Spezial-Gas-Therapie-Unterbrechers.

Den vorstehend gemachten Feststellungen, welche notwendig waren, um einige irreführende Bemerkungen in den Arbeiten der Herren Wendt, Kreß und Dessauer zu berichtigen, sei noch kurz folgendes hinzugefügt:

Wenn Herr Wendt die Form der Entladungskurven eines direkt an Wechselstrom angeschlossenen eisenoffenen Transformators, also eines Induktors gegenüber der bei einem eisengeschlossenen Transformator für die vermeintliche bessere Tiefenwirkung des Reformapparates verantwortlich macht, so dürften dieser theoretischen Überlegung am besten zwei Kurven-

[1]) Fortschritte Heft 6, Bd. XXI und Heft 1, Bd. XXII.



aufnahmen gegenübergestellt werden, welche zeigen, inwieweit eine Änderung der Kurvenform tatsächlich eintritt.

Kurve Nr. 1 ist erhalten bei Anschluß eines Induktors direkt an Wechselstrom ohne Röhre.

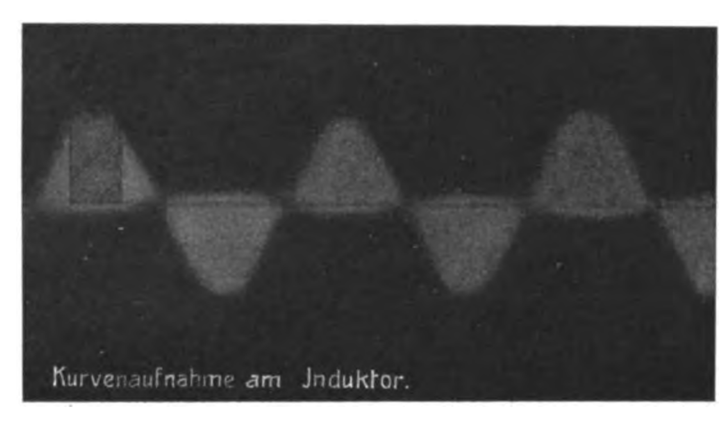


Fig. 1.

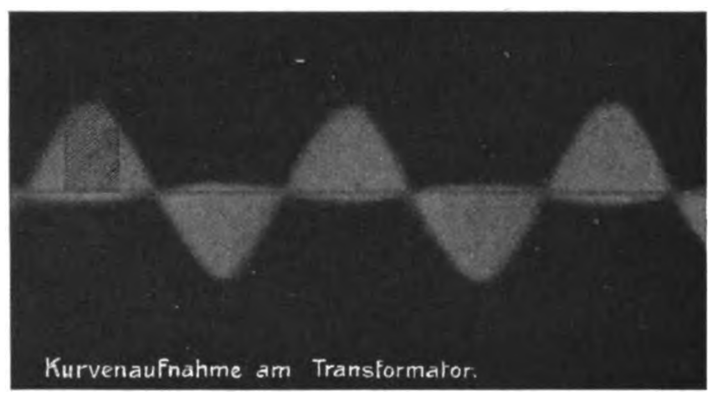


Fig. 2.

Kurve Nr. 2 bei Anschluß eines eisengeschlossenen Transformators an Wechselstrom ebenfalls ohne Röhre.

Kurve Nr. 1 zeigt tatsächlich ein leichtes Abweichen von der rein sinusförmigen Entladung des Transformators, was ja durch die beim Induktor bestehende magnetische Streuung gegeben ist. Die Abweichung ist aber so gering, daß ein Unterschied beim Röhrenbetrieb nicht mehr wahrgenommen werden kann, da dann nur der in je einer Kurve gestrichelt eingezeichnete Teil zur Wirkung kommt. Es ergibt sich dann wieder das Kurvenbild, welches in unserer Arbeit in Heft 4 dieser Zeitschrift in den Figuren 8 und 10 gezeigt ist. Die Folgerungen aus diesem Kurvenbilde decken sich vollkommen mit den von uns erhaltenen experimentellen Ergebnissen.

In Verbindung mit dem schlechten Wirkungsgrad des beim Reformapparat verwendeten, direkt an Wechselstrom angeschlossenen Induktors ist die hohe Primärstromaufnahme und die damit auftretende starke Erwärmung zu erwähnen. Daß durch höhere Beanspruchung des Induktormaterials die Lebensdauer des Induktors in ungünstigem Sinne beeinflußt wird, bedarf wohl keiner näheren Erläuterung.

Herr Kreß geht zu seinen eigentlichen Versuchen über mit der Bemerkung, sich nach Möglichkeit dem bei unseren Versuchen eingehaltenen Verfahren zu nähern. Wir müssen nun leider konstatieren, daß Herr Kreß dies nicht getan hat, und wiederholen, daß sich vergleichbare Werte nur dann erzielen lassen, wenn mit möglichst gleichem Betrieb, d. h. gleicher sekundärer Belastung, bei gleicher Impulszahl gearbeitet wird und beim Übergehen auf andere Betriebsarten keine Änderung der primären Belastung und damit Änderung der sekundären Spannungshöhe eintritt.

Herr Dessauer sagt in seiner Erwiderung, daß bei der von uns veröffentlichten „Apex"-Kurve an manchen Teilen des Phantoms überhaupt keine Strahlen absorbiert wurden und aus diesem Grunde die Kurve unrichtig sei. Der beste Beweis dafür, daß die Ausführungen Dessauers in keiner Weise zutreffen, ist aus der nachstehend wiederholten Apexkurve (Abbildung 3) zu ersehen. Die gestrichelt eingezeichnete Kurve entspricht der Abnahme aus dem Quadrat der Entfernung, also der räumlichen Strahlenverteilung; auch nicht in einem Punkte fällt die experimentell gefundene Kurve mit der durch räumliche Abnahme bedingten zusammen, vielmehr ist in 1 cm durch Absorbtion ca. 4 %, in 2 cm ca. 10 %, in 3 cm ca. 17,5 % usw. verloren gegangen.

Ein jeder Röntgenologe, welcher sich einigermaßen in die Materie vertieft hat, weiß, daß alle heute zur Verfügung stehenden quantimetrischen Meßapparate die Summe aus der Primärstrahlung und den verschiedenen sekundär entstehenden Effekten messen. Es ist daher gänzlich unzulässig, einer durch quantimetrische Messung gewonnenen Kurve eine Berechnung lediglich aus der primären Strahlungsabnahme durch räumliche Verteilung und Absorbtion entgegenzusetzen, wie dies Herr Dessauer in seiner Entgegnung tut.

Bezüglich der Verschiedenheit der Absorbtion in Aluminium und Gewebe verweisen wir auf die Versuche von Kienböck und auf den unseres Wissens zum ersten Male von Herrn Dr. Runge neuerdings vorgenommenen Vergleich zwischen Aluminiumphantom und lebendem Gewebe. Herr Dr. Runge hat darüber berichtet in der Sitzung der Berliner Gynäkologischen Gesellschaft am 8. Mai d. J. und kommt zu dem Schluß, daß sich die im Phantom und im Körper erhaltenen Tiefenkurven vollkommen decken. Es wäre gut, wenn Herr Dessauer den Rat, den er uns in den beiden letzten Sätzen seiner Arbeiten gibt, selbst beherzigt.

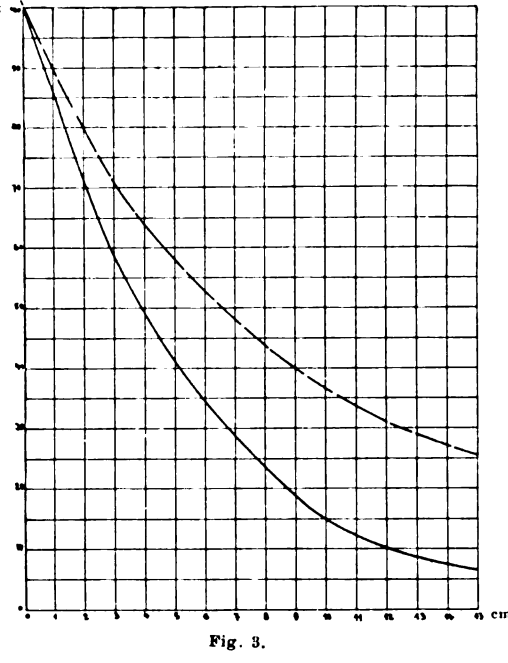


Fig. 3.

Zu gleicher Zeit bemerken wir, daß wir mit dieser Entgegnung die Angelegenheit für erledigt halten[1]).

Bezoare in der alten und in der modernen Medizin.

Von

Privatdozent Dr. **A. Burchard,** Rostock.

(Hierzu Tafel XIV, XV und XVI.)

Wenn wir in der modernen Medizin an den Begriff Bezoar denken, so verbinden wir damit lediglich ein diagnostisches Interesse, wir denken an die schweren Krankheitssymptome, die durch die Anwesenheit derartiger Konkretionen im Magendarmkanal hervorgerufen werden können. Wer aber in der Geschichte der Medizin liest, findet, daß die Bezoare einst eine andere Rolle in der Medizin spielten, daß sie ein wichtiges Mittel im Heilschatz des Altertums, des Mittelalters, ja noch der neuen Zeit bis ins XVIII. Jahrhundert hinein gebildet haben.

Schon bei den alten Indern war der Bezoarstein aus Ziegenmagen als Heilmittel bekannt und wird in den Schriften des Susruta, der im XII. Jahrhundert vor Christi gelebt haben soll, erwähnt.

Wir finden ihn wieder bei den Persern in der Handschrift des Muwaffak (968—77, Liber fundamentorum pharmacologiae), wo unter 44 Drogen aus dem Tierreich ebenfalls der Bezoar von Ziegen angeführt wird.

Auch die Araber kannten dies Heilmittel, wahrscheinlich stammt überhaupt das Wort Bezoar von dem arabischen Badzehr, ist also arabischen Ursprungs.

Über die Entstehung der Bezoare gingen die seltsamsten Geschichten um, so werden sie in einem Buche von Adam Lonicer 1582 als verhärtete Tränen von Hirschen bezeichnet.

[1]) Mit diesem Schlußwort der Herren Dr. Günther und Bosselmann schließen wir die Diskussion über das vorstehende Thema. Die Redaktion.



Die Hirsche fressen zum Schutz gegen Eingeweidewürmer giftige Schlangen und gehen, damit ihnen das Schlangengift nicht schadet, mehrere Tage bis an den Hals ins Wasser. Dann triefen ihnen gummiähnliche Tränen aus den Augen, welche verhärten und von den Tieren an den Bäumen abgerieben werden. Für die Richtigkeit dieser Geschichte beruft sich Lonicer auf den arabischen Arzt Albinzoar. Dieselbe Geschichte erzählt auch Georg Niklaus Schurtz 1673 in seiner „Materialkammer" und fügt noch eine andere Entstehungserklärung hinzu: „In Peru fressen die Vikunnes Bezoarkräuter, um sich gegen die giftige Weide und Wasser zu wehren. Von diesem herrlichen Kraut wächst der Bezoarstein in ihrem Magen und davon hat er die Kraft, daß er Gift tötet."

Ein 1706 in Braunschweig erschienener „Catalogus omnium medicamentorum ..." enthält noch „Lacrimae cervi", womit sicher Bezoar gemeint ist, und ein Preiskurant von Dav. Heinr. Brückner in Leipzig, ebenfalls aus dem XVIII. Jahrhundert, beginnt mit den inzwischen ganz vergessenen Aegagropylae, den Gemskugeln oder Bezoaren.

Das Vertrauen, das man in die Wirkung der Bezoarsteine setzte, war sehr groß, man hielt es für das beste Giftmittel und für „überaus wirksam gegen die Pestilenz". Man benannte deshalb mit Vorliebe Medikamente, denen man ähnliche Wirkungen zuschrieb, nach dem Bezoar. Es gab eine Tinctura bezoardica, Pulvis bezoardicus etc, Präparate, die in Wirklichkeit gar kein Bezoar enthielten. Oswald Croll († 1609) erwähnt Bezoar als Bestandteil von Pillen, welche Laudanum Paracelsi genannt wurden.

Gegenüber dieser Wertschätzung des Bezoars war es kein Wunder, daß sein Preis ein hoher war. Besonders geachtet war der orientalische Bezoar, den man teurer als Gold schätzte. Es war daher folgerichtig, daß Fälschungen und Imitationen auftauchten, es wurden Kugeln aus allen möglichen Substanzen geformt und für Bezoare ausgegeben. Hiervon berichtet schon Lonicer und gibt gleichzeitig drei Proben an, mittels derer man sich vor Betrug schützen könne: 1. Durchstechen des Steines mit einer glühenden Nadel; ist er echt, gibt er keinen Rauch. 2. Einem Tier oder einem Menschen Gift eingeben und Pulver von dem Stein als Gegengift benutzen. Bleibt das Individuum am Leben, ist er echt. 3. Den Stein mit Speichel oder Wasser verreiben; ist er echt, läßt er die Farbe auf dem Tuch.

In unserer heutigen aufgeklärten Zeit sind die Bezoare wie die bezoardischen Mittel als Heilmittel vergessen und nur in Sammlungen trifft man sie als historische Dokumente an. Da sich in der Sammlung des hiesigen pharmakologischen Universitätsinstitutes eine ganze Reihe dieser seltenen Steine findet, regte mich Herr Geheimrat Kobert dazu an, sie einmal einer Röntgenuntersuchung zu unterziehen, da Publikationen in dieser Richtung nicht vorliegen, um festzustellen, ob auf diese Weise Näheres über Struktur und Zusammensetzung zu eruieren ist. Diese Untersuchungen haben, wie wir sehen werden, einige beachtenswerte Befunde ergeben.

Für die alte Arzneikunde kamen besonders zwei Sorten von Bezoarsteinen in Betracht, der orientalische und der occidentalische Bezoar.

Der orientalische Bezoar, der hauptsächlich in dem vierten Magen und den Gedärmen des in Syrien und Persien lebenden Bezoarbockes (Capra aegagrus) und der Gazelle (Antilope Dorcas) vorkommt, besteht hauptsächlich aus Cholesterin, Gallenfarbstoffen und Lithofellinsäure und ist unter Verbreitung eines aromatischen Geruches völlig verbrennbar. Die von mir untersuchten orientalischen Bezoare (s. Taf. XIV, 1—7)[1]) hatten teils rundliche, teils ovale Form, das Äußere war meist glatt, fast spiegelnd, der Durchmesser zwischen 1 und 5 cm. Das Röntgenbild zeigte nicht immer ein durchaus einheitliches Verhalten. Den meisten dieser Bezoare ist es gemeinsam, daß sie einen inneren hellen Kern aufweisen, dessen Größe je nach der Größe des ganzen Steines wechselt (Taf. XIV, 1, 2, 3, 5, 6, 7). Bei zwei Steinen (5 u. 6) enthält dieser hellere Kern noch wieder einen dunkleren, aber exzentrisch gelegenen Fleck. Bei einigen Steinen sieht man um den Kern eine gleichmäßige, dunklere, konzentrische Schichtung, bei

[1]) Auf den Tafeln sind immer Photogramm und Röntgenogramm derselben Präparate neben einander gesetzt.



einigen wechselt aber die Schichtung, und zwar meist so, daß erst eine schmale dunklere, dann wieder eine breitere hellere Zone folgt. Bei einem Konkrement (7), das schon lädiert und teilweise zersprungen war, zeigt der Rand ein eigentümliches Verhalten. Er erscheint nicht konzentrisch, sondern es sieht aus, als ob die Bestandteile der Randsubstanz direkt senkrecht zum Kern stehen. Ein Bezoar (4) ist von so kompakter Masse, daß er Röntgenstrahlen gar nicht hat passieren lassen, obwohl er kleiner ist als andere, deren Struktur deutlich zu erkennen ist.

Taf. XVI, 1a u. b zeigt dann zwei kugelige Präparate, das eine von Walnuß-, das andere von Hühnereigröße, das Äußere teilweise mit Goldbronze überzogen. Der Katalog der Sammlung bezeichnet sie als Bezoar de Goa, also als jene im alten Arzneimittelschatz besonders hoch bewerteten Bezoare. Die Röntgenuntersuchung ergab nun ein eigentümliches Resultat: es gelang nämlich trotz sorgfältigster Anpassung der Strahlung, trotz dutzendmaliger Wiederholung der Aufnahme nicht, auch nur eine Andeutung von Struktur auf die Platte zu bringen. Es sind daher zwei Möglichkeiten vorhanden, entweder handelt es sich um ein Konkrement, dessen Bestandteile Röntgenstrahlen gar nicht oder nur in ganz geringem Grade durchlassen, oder aber es handelt sich überhaupt nicht um ein Konkrement, sondern um eines jener oben erwähnten Kunstprodukte. Für die letztere Annahme spricht der Umstand, daß bei Wahl einer harten Strahlung immerhin eine gewisse Schwärzung der Platte unter dem Stein eintrat, und zwar am Rande, wo die zu durchstrahlende Schicht dünner war, mehr, nach der Mitte zu weniger, aber keine Strukturzeichnung. Allerdings kann dem entgegengehalten werden, die Schwärzung könnte durch in dem Präparat erzeugte Sekundärstrahlung entstanden sein. Dem widerspricht aber ein Vergleich mit dem Röntgenogramm Taf. XIV, 4, wo die Platte unter dem Stein überhaupt keine Schwärzung aufwies. Wir sehen also, daß es unter Umständen möglich ist, mit Hilfe der Röntgenstrahlen richtige Konkremente von Kunstprodukten zu unterscheiden.

Der occidentalische Bezoar stammt aus Südamerika und zwar von dem Schafkamel (Auchenia vicunna) und unterscheidet sich von dem orientalischen dadurch, daß er außer Cholesterin, Gallenfarbstoffen und Lithofellinsäure noch phosphorsaures Calcium und Magnesium enthält und daher beim Glühen einen unverbrennbaren Rückstand hinterläßt.

Auch hiervon standen mir verschiedene Exemplare zur Untersuchung zur Verfügung. Taf. XIV, 8, 9 u. 10 zeigt drei solche Konkretionen von rauhem, grauweißen Äußeren, die im Katalog als Bezoar Porci bezeichnet sind, vermutlich nach der bolivianischen Stadt Porco. Im Röntgenbild zeigen sie verschiedenes Aussehen. Das kleinste Konkrement hat einen ziemlich großen, dunklen Kern und eine hellere, nicht sehr dicke Randzone. Das mittlere, fast kugelrunde Konkrement hat ebenfalls einen sehr dichten großen Kern und eine schmale Randzone, es hebt sich aber hier die Randzone schärfer gegen den Kern ab. Der größte, eiförmige Stein zeigt nur einen kleinen dunklen Kern, es folgen dann konzentrisch unzählige helle und dunkle Zonen durcheinander.

Andre, im Katalog ebenfalls als occidentalische Bezoare bezeichnete Konkretionen zeigt Taf. XV. Diese haben die verschiedensten Formen und Größen, von Erbsen- bis Walnußgröße, ihr Äußeres ist rauh. Dem Wechsel der Form entspricht auch ihr Aussehen im Röntgenbild. Wir sehen teils hellere, teils dunklere Kerne, vielfach konzentrische Schichtung, mitunter auch eine eigentümliche Streifenbildung. Leider gibt die Reproduktion die feine Strukturzeichnung der Originalplatten nicht wieder.

Der Name Bezoar wird außer für die eben beschriebenen und in früheren Zeiten zu Heilzwecken verwandten noch für eine weitere Art von Konkretionen gebraucht. Der deutsche oder Trichobezoar wird häufig im Magendarmkanal unserer Haustiere gefunden, in seltenen Fällen bildet er sich aber auch im menschlichen Magen, wo er erhebliche Dimensionen annehmen und zu kolossalen Störungen Veranlassung geben kann. Ich habe einige Bilder (Taf. XVI, 2a und b) von Trichobezoaren angefertigt, sie zeigen die fest zusammengeballten Haarmassen.

Die therapeutische Verwendung der Bezoare gehört längst vergangenen Zeiten an, dafür



haben sie, wie schon eingangs erwähnt, in um so höherem Maße unser diagnostisches Interesse erweckt. Die Anwesenheit solcher Konkretionen im Magen oder Darm in vivo zu diagnostizieren, hat stets große Schwierigkeiten gemacht und ist nur selten gelungen. In neuester Zeit sind auch hier die Röntgenstrahlen als wichtiges Unterstützungsmittel auf den Plan getreten und es sei mir gestattet, hierauf kurz einzugehen.

Wie weit sich die Veterinärmedizin des Röntgenverfahrens bei Aufsuchung der bei den Tieren so häufigen Konkretionen im Magendarmkanal bedient, geht aus der mir zur Verfügung stehenden Literatur nicht deutlich hervor, doch scheint die diagnostische Ausbeute bis jetzt nicht allzu groß zu sein, denn Marek schreibt in seinem 1912 erschienenen Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere: „Eine erfolgreiche Röntgenuntersuchung der Bauchorgane dürfte nur bei kleineren Tieren möglich sein, da der reichliche Magen- und Darminhalt der großen Tiere fast nichts von den Röntgenstrahlen durchläßt. Aber auch bei den kleineren Tieren beschränkt sich bisher die Röntgenuntersuchung nur auf den Nachweis von Fremdkörpern im Magen und im Darme".

Beim Menschen sind Darmsteine, obwohl sie ja nicht allzu häufig vorkommen, mit Röntgenstrahlen gefunden. Besonderes Interesse erregt die Frage nach der Darstellung der sonst schwer diagnostizierbaren Trichobezoare im Röntgenbilde, da bei den meisten in der Literatur beschriebenen Fällen (etwas über 50) keine richtige Diagnose vor der Operation gestellt wurde. Neuerdings sind mehrere Fälle publiziert, in denen die Röntgenuntersuchung fördernd eingegriffen hat.

Kampmann berichtet von einem 10jährigen Mädchen, bei dem in der Magengegend ein handbreiter, auf Druck unempfindlicher, nach oben sowohl wie seitlich etwas verschieblicher Tumor von glatter Oberfläche zu palpieren war, der sich von der Mammillarlinie bis ins Epigastrium erstreckte. Die Anamnese und die Anwesenheit von Haaren im Stuhl wiesen von vornherein auf die Diagnose Trichobezoar hin, Kampmann betont aber, wie wertvoll sich ihm dabei die Röntgenuntersuchung nach vorheriger Verabreichung einer Wismutaufschwemmung erwies: es gelang ihm so, den Tumor deutlich sichtbar zu machen.

Hüttenbach beobachtete eine Patientin mit einer starken Vorwölbung unterhalb des Proc. xyphoid., die sich mit der Atmung sichtbar auf und ab verschob. An der Stelle der Vorwölbung war ein harter Tumor zu palpieren, der sich vom linken Hypochondrium bis über das Epigastrium nach rechts erstreckte. Die Geschwulst hatte die Konfiguration eines stark vergrößerten Magens, doch war die untere Begrenzung nicht gleichmäßig konvex gekrümmt. Die Röntgenuntersuchung gab im nüchternen Zustand wenig diagnostische Aufschlüsse, da keine scharfen Schattenkontraste im Abdomen zustande kamen. Auf der Röntgenaufnahme nach Kontrastmahlzeit sah man aber einen ungleich intensiven, an manchen Stellen helleren Schatten in der Magengegend, der einem querliegenden Riesenmagen in der Konfiguration entsprach. Die sog. Magenblase war nicht zu konstatieren. Hüttenbach weist nach eingehender Besprechung der Symptome und aller diagnostischen Anhaltspunkte die Entscheidung in der Diagnose des Bezoars der Röntgenuntersuchung nach Darreichung einer die Schattenkontraste des Magens und seines Inhaltes verstärkenden Mahlzeit zu.

Besonders eingehend ist die röntgenologische Diagnose des Bezoars gewürdigt bei einem Fall, der von Clairmont und Haudek publiziert wurde. Im linken Hypogastrium der Patientin war eine glatte, ein wenig druckempfindliche, derbe Resistenz von Magenform palpabel. Sie war sehr beweglich, nnter dem linken Rippenbogen abgerundet, gegen den Pylorus zu etwas verjüngt. Bei der im Stehen vorgenommenen Röntgenuntersuchung ließ sich der in der Magengegend gelegene bewegliche Tumor etwas verschieben, so daß sein oberes Ende bis in die Gasblase des kardialen Magenteiles gedrängt werden konnte, wo es sich als dichter nierenpolartiger Schatten von der hellen Umgebung abhob. Die Kontrastmahlzeit drang in den Magen nicht wie unter normalen Verhältnissen, sondern nur sehr langsam ein, sie ließ an der kleinen Kurvatur einen großen Raum frei und lagerte sich vorwiegend an der großen Kurvatur im Be-

reiche der Pars pylorica. So kam eine die Pars pyl. und Pars media einnehmende Schattenaussparung zustande, welche mit dem tastbaren Tumor zusammenfiel. Die Diagnose Magentumor ermöglichte der große Füllungsdefekt, die Diagnose Fremdkörper des Magens die ungewöhnliche Beweglichkeit des Tumors, welche es gestattete, ihn durch Druck auf die untere Kuppe mit seinem oberen nierenpolartigen Ende in die Pars cardiaca zu schieben und so gegenüber dem gasförmigen Inhalt direkt sichtbar zu machen.

Ebenfalls eine Förderung der Diagnose in einem Falle von Bezoar berichtet Schwarz bei einer Patientin mit einem Tumor in der Magengegend. Er sah nach Einnahme einer Kontrastmahlzeit keine regelrechte Magenfüllung, sondern nur einen strichförmigen Schatten längs der großen Kurvatur.

Einen weiteren Fall operierte Franke[1]) im September 1912 in der hiesigen chirurgischen Klinik. Es handelte sich um einen harten, glatten, schmerzlosen Tumor in der Magengegend. Auf dem Röntgenbild sah man eine große, den Magen fast ganz ausfüllende, fleckig ungleichmäßige Aufhellung, die besonders nach oben in einem deutlich sichtbaren Bogen abschloß. Es wurde auf Grund des klinischen Befundes und auf Grund des Röntgenbildes die Diagnose mit Wahrscheinlichkeit auf ein Trichobezoar gestellt und die Operation bestätigte diese Annahme.

Ein anderer Fall wurde von Thurstan Holland im Juli 1913 publiziert. Auch hier bestand ein großer, sehr harter Tumor im oberen Abdomen, der abwärts bis zum Nabel reichte. Ein Anhaltspunkt für die Diagnose war nicht gegeben. Bei der Röntgendurchleuchtung im Stehen nach Trinken von mit Bariumsulfat gemischter Milch sah man den Brei bis zur Cardia gelangen und hier einen kurzen Aufenthalt machen, dann liefen zwei schmale, dunkle Bänder nach unten. Im Liegen war der ganze Schatten etwas höher im Abdomen, Kontraktionen von Magen oder Pylorus waren nicht sichtbar, doch sah man den Brei durch den Pylorus in das Duodenum fließen. Das Röntgenogramm zeigte einen hellen Körper von der Form des Magens, zu beiden Seiten begrenzt von einem dunklen Streifen; quer über den hellen Körper liefen zwei weitere dunkle Streifen. Die Operation förderte drei große Haarbälle zutage, welche übereinander saßen. Der schmale Raum zwischen den Haarbällen hatte natürlich Bariumbrei aufgenommen und die eigentümlichen Querstreifen auf dem Röntgenbild erzeugt.

Schließlich wies noch Ramsbetten bei einer Patientin, die an Appetitmangel und abdominalen Schmerzen litt und bei der eine der Milz ähnliche Abdominalgeschwulst bestand, durch die Röntgenuntersuchung das Vorhandensein eines Bezoars nach: Der Tumor gehörte dem Magen an, die Wismutingesta füllten den letzteren nur zum Teil und ließen sich um den Tumor verschieben. Der folgende chirurgische Eingriff bewies die Richtigkeit der zuvor gestellten Diagnose.

Ich habe hier nur Fälle von Trichobezoar angeführt, bei denen ein genauer röntgenologischer Befund erhoben wurde. Nur bei zweien von diesen war durch Anamnese und Befund die Diagnose von vornherein sicher, bei den übrigen gab die Röntgenuntersuchung nach vorheriger Heranziehung aller anderen Untersuchungsmethoden den Ausschlag. Sowohl die Untersuchung am Schirm wie die Plattenaufnahme gibt wertvolle Anhaltspunkte. Charakteristisch ist das langsame Eindringen der Kontrastmahlzeit, der Brei macht erst an der Cardia halt, zeigt sich dann als dunkler Streifen an der großen und der kleinen Kurvatur. Ist der Tumor sehr beweglich, wie im Falle von Clairmont und Haudek und in dem von Ramsbetten, so läßt er sich während der Durchleuchtung in dem Brei verschieben. Auf dem Röntgenogramm wird der helle durchlässige, den Magen ausfüllende Tumor von Wismutstreifen begrenzt, eventuell sind wie im Falle Hollands, wenn der Tumor aus mehreren Ballen besteht, noch Querstreifen sichtbar. Außerdem zeigt der ganze Magenschatten ein fleckiges, gesprenkeltes, wabenförmiges Aussehen, welches dadurch zustande kommt, daß die Kontrastmahl-

[1]) Der Fall wurde von C. Lehmann auf dem diesjährigen Röntgenkongreß vorgestellt.



zeit sich zwischen Magenwand und Bezoar je nach der Oberfläche des letzteren ungleichmäßig verteilt und so Schattendifferenzen hervorbringt.

Es steht zu erwarten, daß mit Hilfe einer exakt durchgeführten Röntgenuntersuchung in Verbindung mit den anderen Untersuchungsmethoden für die Zukunft in allen Fällen die Diagnose ante operationem möglich ist.

Literatur.

Schelenz, Geschichte der Pharmazie, Berlin 1904.
H. Peters, Aus pharmazeutischer Vorzeit, Neue Folge, Berlin 1899.
Marek, Lehrbuch der klin. Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere 1912.
Kampmann, Ein Trichobezoar im Magen. Münch. med Wochenschrift 1911, S. 413.
Hüttenbach, Ein Fall von Trichobezoar des Magens bei Infantilismus. Mitteil. aus den Grenzgebieten der Medizin u. Chirurgie, XXIV, 1912, S. 85.
Clairmont und Haudek, Die Bedeutung der Magenradiologie für die Chirurgie Jena 1911.
Schwarz, Ein Fall von Trichobezoar. Lijecnicki visjesnik 1913, Nr. 7. Ref. Zentralbl. f. Chir. 1913, Nr. 40.
Franke, Trichobezoar. Korrespondenzblatt des Meckl. Ärztevereinsbundes Nr. 343.
C. Lehmann, Trichobezoar des Magens im Röntgenbild. Verhandlungen der Deutschen Röntgengesellschaft 1914.
Haudek, Diskussion. Verhandlungen der Deutschen Röntgengesellschaft 1914.
C. Thurstan Holland, Radiography in a case of hairball in the stomach. Archives of the Roentgen Ray Nr. 156. Juli 1913.
Ramsbetten, Die Diagnose eines Haarballs im Magen. Archives of the Roentgen Ray. Oktober 1913.

Kongenitale Fingerkontrakturen.

Von

Privatdozenten Dr. **Leopold Freund,** Wien.

(Hierzu Tafel XIII, Fig. 1 u. 2.)

Im Januar 1909 wurde dem Röntgenlaboratorium der Klinik Professor Finger vom Herrn Dozenten Dr. M. Oppenheim ein junger Mann behufs Röntgenbehandlung seiner hochgradigen Hyperidrosis manuum zugewiesen. Daneben bestand an beiden Händen eine eigentümliche Fingerdeformität, nämlich eine kongenitale symmetrische Kontraktur der Articulatio interphalangea prima der beiden kleinen Finger. Beide kleine Finger waren im Winkel von 120° gebeugt, eine weitere Beugung war wohl aktiv und passiv um ein Geringes möglich, die Streckung im ersten Interphalangealgelenke jedoch wegen einer Verkürzung und Spannung der Haut und der Palmaraponeurose an der Volarseite der kleinen Finger undurchführbar. Bei Versuchen der Streckung sprangen beiderseits derbe Stränge vor, die mit der Haut in inniger Beziehung standen. Mit Ausnahme der weiter unten zu besprechenden Veränderungen an den Phalangenköpfchen fand sich am Skelette sonst nichts Abnormes; auch sonst ist am Patienten weder in somatischer noch in psychischer Beziehung irgendeine Anomalie beobachtet worden.

Nach Angabe des Patienten bestand diese Fingerdeformität seit seiner Kindheit; sie soll angeblich in seinem dritten Lebensjahre zuerst bemerkt worden sein; dann aber blieb sie immer gleich und hat sich nicht verschlimmert. Bei seiner Mutter ist am kleinen Finger der einen Hand dieselbe Veränderung vorhanden.

Im Dezember des Jahres 1913 hatte ich Gelegenheit einen zweiten hierher gehörigen Fall zu untersuchen. Derselbe betraf einen 25jährigen Herrn, bei dem die drei Finger der linken Hand in den beiden letzten Gliedern mißgestaltet waren. Sie erschienen kegelförmig zugespitzt und in Beugestellung von 120° fixiert. Eine weitere Beugung oder Streckung war unmöglich. Die Haut über diesen Gliedern zeigte eine sklerodermieartige Veränderung, sie war



starr über die Knochen gespannt, nicht faltbar, bretthart und glänzend. An der Palmarseite war sie sowie die Aponeurose fest retrahiert. Sonst bot der Patient nichts Abnormes. Sowie bei dem ersten Falle war auch hier eine hereditäre Veranlagung unverkennbar. Die Mutter des Patienten hat angeblich die gleiche Abnormität, bei einem Bruder bestehen kongenitale symmetrische Beugestellungen an beiden kleinen Fingern.

Interessant sind die Röntgenbefunde bei diesen beiden Fällen. Sie ergeben, daß den klinisch außerordentlich ähnlichen Mißbildungen ganz verschiedene Skelettveränderungen zugrunde liegen. Während bei dem ersten Falle die Beugestellung bloß durch die Verkürzung, resp. Schrumpfung der Haut und der Palmaraponeurose bedingt, der Gelenkspalt vollkommen erhalten war, und eine Skelettveränderung nur in einer Abschrägung des Köpfchens der zweiten Fingerphalanx bestand (s. Fig. 2), finden wir bei unserem zweiten Falle an den mißgestalteten Fingern komplette knöcherne Ankylosen zwischen den vorletzten und den Endphalangen. Diese Knochen erscheinen auch in ihrem Volumen gegenüber den entsprechenden Knochen anderer Finger stark reduziert, ihre Struktur ist hingegen etwas dichter (s. Fig. 1).

Abgesehen von der leichten kosmetischen Störung verursachten diese Mißbildungen keinen weiteren Nachteil. Beide Patienten wurden durch dieselben in ihrer Berufstätigkeit nicht merklich gestört.

Sternberg, Infeld und Hoffa haben ähnliche Fälle publiziert. Henneberg berichtete vor einigen Jahren über eine ganze Familie, in welcher der Vater, weiters sieben von elf Kindern und drei Kindeskinder sämtlich die gleiche Fingergelenkskontraktur der Ringfinger an einer Hand oder symmetrische Kontrakturen an den gleichen Fingern beider Hände aufwiesen.

Zur Frage der diagnostischen Deutung des verbreiterten Aortenbandes.

Von

Oberstabsarzt Dr. **Eduard Müller**, Dozent der K. b. militärärztl. Akademie, München.

(Hierzu Tafel XII, Fig. 1 u. 2.)

Es ist eine seit mehr denn 7 Jahren an einem ungemein reichen, aus allen möglichen Ursachen der Röntgenuntersuchung zugeführten Krankenmateriale meinerseits auffallend häufig gemachte Beobachtung, die mir die Veranlassung gibt, die Frage nach der ätiologischen Klärung des verbreiterten Aortenbandes anzuregen.

Bei dem mir zur Verfügung stehenden Raum möchte ich zunächst nur erklären, daß ich mich bezüglich aller Einzelheiten und besonders bezüglich des technischen Vorganges der Untersuchung des Aortenbandes im schrägen Durchmesser den Forderungen und den hieraus gezogenen Schlüssen, wie sie von Quiring und Lippmann, Hamburg, veröffentlicht wurden, voll und ganz anschließe. Es ist deshalb vielmehr gewissermaßen ein exploratorischer Zweck, den ich mit meiner heutigen Anregung erfüllen möchte. Die genannten Autoren kommen auf Grund der Untersuchung eines Materials von mehr als 160 Patienten wegen Aortitis luetica mit den verschiedensten Beschwerden und den verschiedensten klinischen Befunden, jedoch bei einwandfrei durch positiven Wassermann nachgewiesener Lues, zu dem auch nach meiner Ansicht vollkommen berechtigten Urteil, daß die Verdunkelung des Schattens, also vermehrte Schattendichtigkeit, und vor allem die zahlenmäßig nachweisbare Verbreiterung der Aorta als pathognomonisch für die luetische Aortenerkrankung anzunehmen sei. Auch scheint mir auf Grund von Beobachtungen, die ich in München zu machen Gelegenheit hatte, die Anschauung richtig zu sein, daß diese Verbreiterung viel mehr auf Kosten einer schwieligen Verdickung der Gefäßwand als auf eine Erweiterung des Lumens zu setzen ist.

In differentialdiagnostischer Beziehung sagt nun Quiring selbst, daß der beschriebene Röntgenbefund dem entspricht, den man auch für die Arteriosklerose als typisch angenommen hat, und daß deshalb allein durch das Röntgenbild eine Diagnose sehr schwierig zu stellen ist;



als ein brauchbarer Anhaltspunkt könne aber differentialdiagnostisch das Alter verwertet werden, insofern die luetische Aortenerkrankung relativ jüngere Personen in den vierziger Jahren betreffe, in denen die Gefäßsklerose eigentlich nur selten bis zu der erwähnten Gefäßverbreiterung geführt habe. Nun möchte ich auf Grund einiger eigener Erfahrungen darauf hinweisen, daß gerade in solchen zweifelhaften Fällen das Alter durchaus nicht eine genügende differentialdiagnostische Bewertung finden darf, wenn auch naturgemäß das höhere Alter für die ausgebildete zentrale Sklerose prädestiniert. Ich habe beispielsweise bei einem in den dreißiger Jahren stehenden Offizier, der wegen Herzbeschwerden in meiner Behandlung stand, einen plötzlichen Exitus erlebt, bei dem sich auch Strümpel-Erlangen nach einer Konsultation dahin entschied, daß er geneigt wäre, an Arteriosklerose zu denken, wenn nur der Mann nicht 36 Jahre alt wäre; aber so müsse er eher vom Abdomen ausgehende Kreislaufstörungen usw. annehmen. Und doch ergab die Obduktion ausgeprägte Gefäßsklerose.

Unter Zugrundelegung der gegebenen diagnostischen Merkmale der luetischen Aortitis habe ich nun in den letzten 2 Jahren aus einem zahlreichen Krankenmaterial, das im Lebensalter von 20—40 Jahren stand, schon auf Grund der radioskopischen Untersuchung, also mittels gewöhnlicher Durchleuchtung in drei Fällen einwandfrei sichtliche Verbreiterung und Verdichtung des ganzen thorakalen Aortenbandes nachgewiesen, bei denen die weiteren Nachforschungen bzw. Maßnahmen mit hinreichender Gewißheit überstandene Lues ergeben haben. Sie sind in ihren äußeren Merkmalen an sich völlig gleich, weshalb ich mir gestatte, lediglich den einen der Fälle erläuternd wiederzugeben, weil er zugleich eine Illustration für die Tatsache bietet, daß der positive Wassermann gewiß beweisend für eine luetische Infektion ist, der negative Wassermann aber durchaus nicht für das Gegenteil (Fig. 1). Der Patient, 32 Jahre alt, stand ca. 6 Wochen wegen einer Iritis in Behandlung. Luetische Infektion wurde bestimmt verneint. Alle Versuche einer Besserung waren vergeblich. Nun an eine größere Augenanstalt verlegt, wurde zunächst die Wassermannsche Reaktion versucht; sie fiel glatt negativ aus. Darauf wurde der Mann der Röntgenabteilung überwiesen zur Prüfung, ob sich nicht an den Atmungsorganen Anhaltspunkte für eine tuberkulöse Grundlage des immer gleich bleibenden Augenleidens auffinden ließen. Hier wurde schon bei der Durchleuchtung auf Grund des Aortenbefundes der Verdacht einer Aortenlues ausgesprochen und unmittelbar darauf eine antiluetische Kur eingeleitet. Die Erscheinungen der Iritis schwanden sofort gänzlich bis auf normale Verhältnisse.

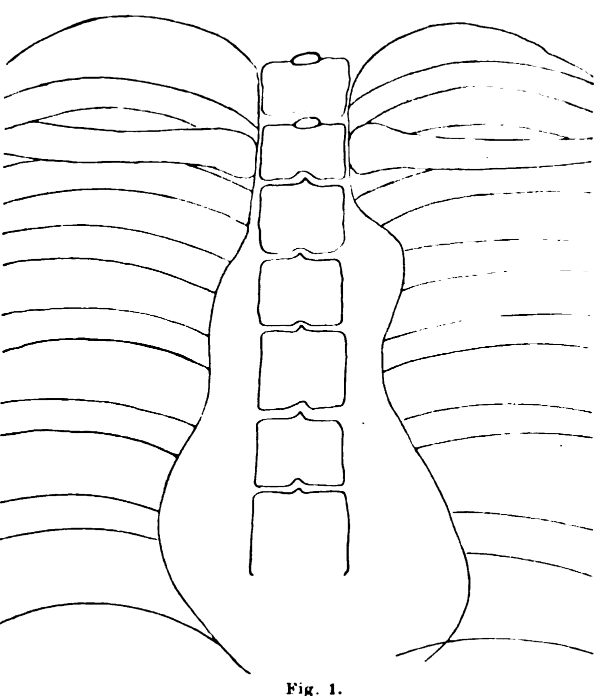


Fig. 1.
Aortitis luetica im 32. Lebensjahre im aufrechten Durchleuchtungsbild.

In den beiden andern Fällen wurde unter ganz ähnlichem Röntgenbefunde nachträglich tatsächlich Lues festgestellt. Sie boten übereinstimmend den Befund, wie ihn nebenstehende Figur 2 darstellt.

Man könnte demnach sagen, daß bei dem röntgenologischen Nachweis der schattenverdichteten und vor allem verbreiterten Brustaorta zum mindesten der Verdacht einer luetischen Aortitis gerechtfertigt sei und es wäre dann nur mehr, je nach den Umständen, differentialdiagnostisch zu unterscheiden zwischen zentraler Gefäßsklerose und Lues.

So einfach liegen aber tatsächlich die Verhältnisse gewiß nicht. Es ist mir nicht bekannt, ob auch andere Fachkollegen unter ihren täglichen Durchleuchtungen immer wieder schon radioskopisch den Befund des sichtlich verbreiterten Aortenbandes erheben, unter äußeren oder persönlichen Umständen des Untersuchten, die tatsächlich eine Lues, wie auch eine so weit gediehene Gefäßsklerose ausschließen lassen. Ich erachte es aber als ganz besonders erwähnenswert, daß ich unter jährlich mehr als 2000—3000 radioskopisch untersuchten jungen Leuten im Alter von 20 bis 30 Jahren in meinem militärischen Laboratorium in München eine ganze Reihe derselben mit dem Befunde der verbreiterten Aorta antreffe, ohne hierfür ein ätiologisches Moment der Erklärung zu besitzen. Daß man es hierbei nicht mit Sklerosen zu tun hat, braucht kaum erwähnt zu werden. In diesem Alter an eine bereits in der Form der mäßigen luetischen Wandveränderung manifesten Aortenlues zu glauben, ist ganz abgesehen von der durchaus glaubhaften Verneinung der ausnahmslos gestellten Frage nach einer syphilitischen früheren Erkrankung — ebenso wenig berechtigt. Dabei ist das in seinem aufsteigenden-, Bogen-, und absteigenden Teil, auch auf der Platte dargestellte Aortenrohr doch in einer Verbreiterung vorhanden, daß ich oft schon auf den Gedanken gekommen bin, daß neben der krankhaften luetischen und sklerotischen Veranlassung auch noch andere Ursachen vorhanden sein müssen, vielleicht individuellre oder schon embryonal-physiologischer Natur oder vielleicht auf dem Wege allmählicher Entwicklung unter andauernden körperlichen Anstrengungen in jugendlichem Alter. Diese Tatsache bliebe bemerkenswert und des weiteren Studiums wert auch dann, wenn diese mir bisher nicht hinreichend erklärlichen Aortenbefunde vielleicht sich von den in der luetischen oder sklerotischen Wandveränderung weiterfortgeschrittenen schattenverdichteten positiven Befunden durch eine geringere Dichtigkeit des Gefäßschattens noch unterscheiden ließen; sollen wir doch im aufrechten Durchleuchtungsbilde normalerweise weder die aufsteigende, noch die absteigende Aorta über den Mittelschatten wesentlich hervortreten sehen. Ich brauche nicht zu erwähnen, daß ich bei diesen Feststellungen selbstverständlich jeweils die Möglichkeit aneurysmatischer Veränderungen oder die Täuschung durch in Pulsation versetzte mediastinale lymphatische Geschwulstknoten oder Drüsenketten in Betracht gezogen habe, ebenso, wie reine Verdrängungserscheinungen des Aortenrohres deshalb ausgeschlossen werden müssen, weil dieses in solchem Falle natürlich in der Richtung der Verdrängung wesentlich über den Mittelschatten vortreten, auf der entgegengesetzten Seite aber dann gänzlich unsichtbar sein müßte.

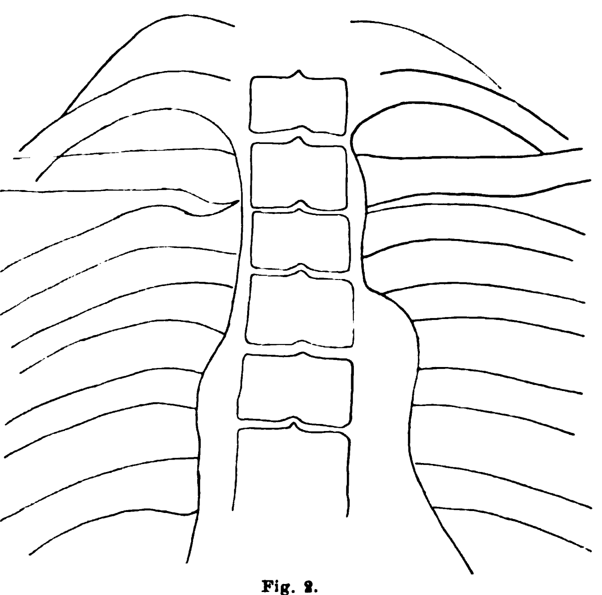


Fig. 2.
Aortitis luetica im 30. Lebensjahre im aufrechten Durchleuchtungsbild.

Ich habe unter den geschilderten Verhältnissen den Befund einer die normale Breite sichtlich überschreitenden Aorta in einer Zahl an jungen Männern gesehen, daß es längst meine Absicht war, an geeigneter Stelle doch einmal hiervon Mitteilung zu machen. Und gerade dem Kapitel der abnormen Verbreiterung der großen Schlagader gegenüber mehr Klarheit und Sicherheit der diagnostischen Auffassung zu schaffen, scheint mir das Röntgenstudium in erster Linie mit berufen zu sein, nicht aus beruflichen Interesse allein, sondern im Verfolge der gewissermaßen erschreckenden Bekundungen der pathologischen Anatomen über die Zahl und Häufigkeit der am Obduktionstische gefundenen luetischen Aortitis als Ursache meist unerwartet plötzlicher Todesfälle.

Ich möchte jedenfalls dieser Angelegenheit weiterhin entsprechendes Interesse widmen und nach Zusammenstellung einer Reihe einschlägiger Radiogramme zu gegebener Zeit hierüber wieder berichten.

Aus der medizinischen Universitätspoliklinik in Bonn. (Direktor: Prof. Dr. Paul Krause.)

Vergleichende röntgenologische Untersuchungen über Form und Lage des Magens nach Aufblähung mit Kohlensäure und nach Eingabe der Bariumsulfatmahlzeit mit besonderer Berücksichtigung der Perkussion des aufgeblähten Magens.

Von

Dr. **Albert Schneider,** Assistent an der Poliklinik.

Vor Einführung der Röntgenuntersuchung mittels Kontrastmahlzeiten in die Diagnostik war die gebräuchlichste Methode zur Bestimmung der Größe und Lage des Magens die Perkussion des mit Luft durch ein Gummigebläse oder mit Kohlensäure nach Eingabe von Acidum tartaricum und Natrium bicarbonicum aufgeblähten Magens. Später trat diese Untersuchungsmethode zurück zugunsten der Röntgenuntersuchung mittels Kontrastmahlzeiten; sie wird jedoch auch heute noch in der Praxis, wo nicht immer ein Röntgenapparat zur Verfügung steht, viel angewandt. Nur wenige Ärzte wenden die Röntgenuntersuchung des aufgeblähten Magens an zu diagnostischen Zwecken, und nur vereinzelte Autoren halten sie der Röntgenuntersuchung mit Kontrastmahlzeit für gleichwertig oder überlegen.

Röpke verwendet die Aufblähung mit Luft mit anschließender Röntgenphotographie zur Diagnose von Magengeschwüren; eine Beurteilung, wie weit letzteres mit dieser Methode möglich ist, fällt aus dem Rahmen unserer Arbeit. Die der Röpkeschen Arbeit zum Vergleich beigegebenen, im Liegen gewonnenen Röntgenphotographien von aufgeblähten und von mit der Kontrastmahlzeit gefüllten Mägen zeigen ziemliche Unterschiede bezüglich der Form. Der aufgeblähte Magen ist fast immer birnförmig und etwas mehr quer gestellt wie der mit der Kontrastmahlzeit gefüllte.

Nach Talma und Lichtenhelt soll Wismuteingabe in den Magen falsche Magenformen geben, eine einigermaßen richtige Magenform, wie sie z. B. **Luschka** angibt, erhalte man nur durch Aufblähung; beim normalen Magen läge die Pars pylorica rechts von der Medianlinie, der Pylorus unter der linken Leberhälfte. Lichtenhelt kam zu diesem Ergebnis vor allem durch die Perkussion des allmählich durch langsame Aufblähung sich entfaltenden Magen. Die Zeichnungen geben nur die durch die Perkussion gewonnenen Linien wieder; Abbildungen von Röntgenphotographien des aufgeblähten Magens fehlen. Die Lage der Pars pylorica und des Pylorus durch Perkussion nach Aufblähung zu bestimmen, ist meiner Erfahrung nach nicht sicher möglich; ich komme später noch darauf zurück.

Klaus Hoffmann hat in seiner Arbeit eingehende vergleichende Größenbestimmungen des Magens gemacht nach Aufblähung mit Gebläse und nach Einnahme von Wismutmahlzeit. Nach Ausspülung des Magens wurde der Patient horizontal in Rückenlage auf das Trochoskop gelagert, und die Röntgenröhre bei kollabiertem Magen eingestellt. Dann wurde der Magen mit Gebläse aufgebläht, „bis der Patient einen deutlichen Druck oder auch andeutungsweise Schmerz verspürte.“ Auf dem Schirm wurden dann die Magenkonturen — jedoch nicht orthodiagraphisch — aufgezeichnet. Nach Entleerung der Luft wurden dann wieder die Konturen nach Einnahme der Wismutmahlzeit im Liegen und im Stehen aufgezeichnet. Hoffmann fand bei der Aufblähung im Liegen in 21 Fällen (50%) Stierhornform, in 5 Fällen (12%) Syphonform, bei Wismutfüllung im Liegen 3 Stirnhornformen (10%), 5 Syphonformen (16,7%), 5 Übergangsformen (16,7%) und 17 Kreis- oder ähnliche Formen (56%). Im Stehen fand er bei Wismutfüllung 10 Stirnhornformen (25%), 9 Syphonformen (22,5%), 11 Übergangs-

formen (27,5 %) und 10 Kreis- oder ähnliche Formen. Hoffmann kommt zu dem Ergebnis, daß in fast allen Fällen deutliche Größenunterschiede mit den verschiedenen Methoden zu konstatieren waren, „in verschiedenen Fällen sei mit der Aufblähung das richtige Resultat erzielt worden, das man bei der Wismutmethode vermissen mußte." Er kommt zu dem Ergebnis, daß man die Aufblähungsmethode in viel ausgedehnterem Maße als bisher zur Anwendung bringen müsse. — Es fällt sofort auf, wie die Prozentzahl der einzelnen Magenformen (Stierhorn — Syphonformen), die man bei Anwendung der verschiedenen Methoden erhält, erheblich variiert, bei Aufblähung im Liegen 50 % Stierhornformen, bei Wismutfüllung im Liegen 10 % Stierhornformen. Die der Arbeit beigegebenen Zeichnungen des aufgeblähten Magens zeigen meiner Ansicht nach, daß Hoffmann überhaupt nur in ganz wenigen Fällen eine einigermaßen typische Magenform mit dieser Methode gewonnen hat; eine typische Syphon- oder Angelhakenform wie bei Wismutmahlzeit hat er überhaupt nie bekommen.

Bei meinen eigenen Untersuchungen ging ich vor allem von der Erwägung aus, daß man eigentlich nur Magenformen bei Aufblähung und bei Kontrastmahlzeit miteinander vergleichen kann, die man in derselben Körperlage des Patienten, also entweder im Stehen oder im Liegen, gewonnen hat. Da der mit der Kontrastmahlzeit gefüllte Magen im Liegen eine Sandalenform annimmt (Grödel) und überhaupt kein richtiges Bild seiner Größe gibt, verzichtete ich von vornherein auf diese Methode. Ich mußte also nun vergleichen: den mit der Kontrastmahlzeit gefüllten Magen (Röntgenphotographie oder orthodiagraphische Aufzeichnung auf dem Schirm) und den aufgeblähten Magen (röntgenologisch und perkutorisch), jedesmal bei den 3 Fällen im Stehen; es zeigte sich aber nun bald, daß eine einigermaßen richtige Perkussion des aufgeblähten Magens im Stehen überhaupt nicht möglich ist; so blieb mir also nichts weiter übrig als den mit der Kontrastmahlzeit gefüllten Magen im Stehen mit dem aufgeblähten Magen röntgenologisch im Stehen und perkutorisch im Liegen zu vergleichen. Einzelne Mägen wurden auch nach Aufblähung im Liegen röntgenologisch untersucht. Von der Aufblähung des Magens mit Luft durch den Magenschlauch und Gummigebläse sah ich von vornherein ab aus folgenden Gründen: Führe ich jedesmal verschieden große Mengen Luft oder Gas in den Magen ein, so ist es klar, daß eine größere Menge eingeführter Luft — bis zu einem gewissen Grade natürlich nur — den Magen auch mehr ausdehnen wird; bei einer über die Norm hinausgehenden Größenausdehnung des Magens weiß man also nicht, ob diese bedingt ist durch einen schon vorher vorhandenen pathologischen Zustand des Magens (Atonie oder Ektasie) oder allein durch abnorm starke Dehnung eines gesunden Magens infolge großer Luftmengen. Will ich also die Form und Größe des Magens nach Aufblähung studieren, so muß ich jedesmal dieselbe Luft- oder Gasmenge verwenden. Mit der oben erwähnten Methode (Gummigebläse und Magenschlauch) ist dies nicht sicher möglich; Röpke und Klaus Hoffmann führen so lange Luft mittels Gebläse ein, bis der Patient einen deutlichen Druck in der Magengegend oder auch andeutungsweise Schmerzgefühl verspürt. Dies ist meiner Ansicht nach ein ganz unsicheres Kriterium, da es allein von der, bei den einzelnen Menschen ganz verschiedenen, Sensibilität und Empfindlichkeit des Patienten abhängig ist; nach meinen Erfahrungen verspüren manche robuste Menschen selbst bei völlig mit Kohlensäure entfaltetem Magen kein Druckgefühl. — Bei meinen Untersuchungen verwand ich, um stets die gleiche Kohlensäuremenge im Magen zu entwickeln, 10 g Acidum tartaricum und 15 g Natrium bicarbonicum, nüchtern $^1/_2$—1 Stunde nach Ausheberung des Probefrühstückes per os gegebene Natrium bicarbonicum wurde, um einer zu plötzlichen, eventuell gefährlichen Ausdehnung des Magens vorzubeugen, in zwei Portionen gegeben. Nach meinen Erfahrungen ist die durch diese Menge Substanz entwickelte Kohlensäuremenge gerade imstande, den normalen und ektatischen Magen völlig zu entfalten; eine geringere Kohlensäuremenge kann einen stark ektatischen Magen nicht völlig entfalten. Von vornherein erscheint es zweifelhaft, ob es überhaupt möglich ist, zwei gashaltige Gebilde, wie den geblähten Magen und den doch immer etwas gashaltigen Darm, perkutorisch voneinander abzugrenzen. Bei einiger Übung und bei

ziemlich leiser Perkussion erhält man jedoch in den meisten Fällen — durchaus nicht immer — eine ziemlich deutliche Grenze. Nach meinen Erfahrungen kann man aber nur die untere Grenze des Magens abperkutieren; nur in einigen Fällen ist es mir gelungen, die seitlichen Grenzen perkutorisch einwandfrei festzulegen. Diese untere, perkutorisch gefundene Grenze, entspricht der tatsächlichen Grenze nur annähernd; die perkutorische Grenze liegt, wie ich durch verschiedene, unmittelbar vor der Perkussion vorgenommene röntgenologische Untersuchungen des auf dem Trochoskop gelagerten Patienten feststellen konnte, immer tiefer, im Durchschnitt $1^1/_2$—$2^1/_2$ cm. Die perkutorisch gefundene untere Begrenzungslinie liegt zwar erheblich tiefer, entspricht aber sonst in seiner Verlaufrichtung annähernd der röntgenoligischen (siehe Figur **3a** und b). Bemerken muß ich noch, daß die Grenzen des mit der Kontrastmahlzeit (Bariumsulfatmahlzeit nach Günther-Bachem) gefüllten Magens orthodiagraphisch auf das Genaueste aufgezeichnet wurden; als Vergleichspunkt für die untere Grenze wurde der Nabel, wo dieser nicht geeignet erschien, die Verbindungslinien der Spinae iliacae anteriores superiores gewählt.

Vergleichende Untersuchungen über Perkussion des mit Kohlensäure aufgeblähten Magens im Liegen und Röntgendurchleuchtung des mit Bariumsulfatmahlzeit gefüllten Magens im Stehen.

Untersucht wurden im ganzen 36 Patienten, davon waren 8 magengesund. Die Ergebnisse sind folgende: Die untere Begrenzung des aufgeblähten Magens stellt eine leicht nach unten ausgebogene Linie dar (s. Figur 1); der geblähte Magen zeigt bei der Perkussion im Liegen eine größere Breitenausdehnung als der mit Bariumsulfatmahlzeit gefüllte Magen im Stehen bei Durchleuchtung; ich habe zwar oben gesagt, daß man im allgemeinen die seitlichen Grenzen nicht genau feststellen kann, man kann aber doch den lauten Perkussionsschall des geblähten Magens von der Mittellinie ausgehend nach beiden Seiten hin verfolgen und also feststellen — wobei der tastende Finger übrigens ziemlich deutlich den geblähten Magen fühlt —, daß an dieser bestimmten Stelle noch Magen ist, wenn ich auch die noch weiter seitlich liegende Begrenzung nicht feststellen kann. Die Entfernung der unteren Grenze vom Nabel ist bei beiden Untersuchungsmethoden in den meisten Fällen völlig verschieden. Bei nur 6 Untersuchten (davon 3 Magengesunden) stand die untere Grenze in ungefähr gleicher Höhe. Es bestanden hier Unterschiede von 1—2 cm. In zwei Fällen stand die Grenze des aufgeblähten Magens etwas tiefer, in den übrigen 28 Fällen stand sie erheblich höher als die des mit Bariumsulfatmahlzeit gefüllten Magens (im Durchschnitt 3—5 cm), meistens oberhalb des Nabels. Besonders groß ist die Differenz bei Ektasie des Magens, sie beträgt hier im Durchschnitt 4—6 cm, in einem Falle betrug sie sogar 8 cm, und zwar steht bei Ektasie die untere Grenze in Nabelhöhe oder im Durchschnitt 2—3 cm unterhalb des Nabels. Die Perkussion des mit Kohlensäure aufgeblähten Magens im Liegen und die Durchleuchtung des mit Bariumsulfatmahlzeit gefüllten Magens im Stehen geben also sehr voneinander abweichende Resultate.

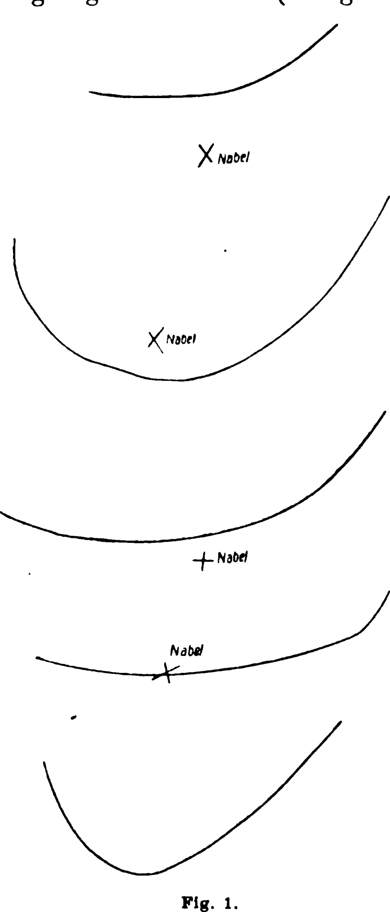


Fig. 1.

Vergleichende röntgenologische Untersuchungen (orthodiagraphische Aufzeichnung auf dem Schirm) über die Form des mit Kohlensäure aufgeblähten Magens und des mit Bariummahlzeit gefüllten Magens im Stehen ergaben folgendes:

Untersucht wurden 15 Patienten. Bei 4 war nach Aufblähung vor dem Röntgenschirm nur eine abnorm große Magenblase zu sehen. In keinem einzigen Falle konnte ich eine typische Angelhaken- oder Stierhornform feststellen, wie man sie nach Einnahme einer Kontrastmahlzeit beobachtet. Der aufgeblähte Magen zeigt im Stehen eine annähernde Eiform, der Fundus ist enorm in die Breite ausgedehnt und in die Höhe gedrängt, so daß das linke Zwerchfell 1—2 cm höher steht wie das rechte; nach unten hin verschmälert sich allmählich der Magen; eine pars pylorica ist nicht deutlich erkennbar. Die untere Magengrenze steht erheblich höher (3—7 cm) als die des Bariummagens, stets in Nabelhöhe oder darüber. Selbst in einem Falle von hochgradiger Ektasie des Magens, bei dem nach Einnahme der Bariumsulfatmahlzeit der untere Pol 10 cm unterhalb des Nabels stand, befand sich die untere Grenze nur in Nabelhöhe. Das charakteristische des aufgeblähten Magens im Stehen ist also: Hochdrängung des Magens und Breitenausdehnung in den oberen Partien (s. Figur 2).

Ebensowenig wie im Stehen läßt die Durchleuchtung des geblähten Magens im Liegen Formen erkennen, wie sie der Magen nach Füllung mit der Kontrastmahlzeit zeigt. Der geblähte Magen bietet im Liegen etwas andere Bilder dar wie im Stehen: Die Breitenausdehnung des Fundus ist nicht mehr so ausgeprägt, der Magen ist in toto etwas quer gestellt, so daß die große Kurvatur nicht wie beim Stehen senkrecht nach unten, sondern von links oben nach rechts unten verläuft, und die rechte Magengrenze mehr nach der Mittellinie oder etwas über sie hinausrückt (s. Fig. 3). Figur 4 a u. b veranschaulichen gut diese Verhältnisse: a zeigt die senkrechte Stellung, die Breitenausdehnung des geblähten Magens im Stehen, b das Schmälerwerden, die mäßige Querstellung desselben Magens im Liegen. Die untere Grenze des geblähten Magens im Liegen steht stets höher wie die des mit der Kontrastmahlzeit gefüllten Magens im Stehen.

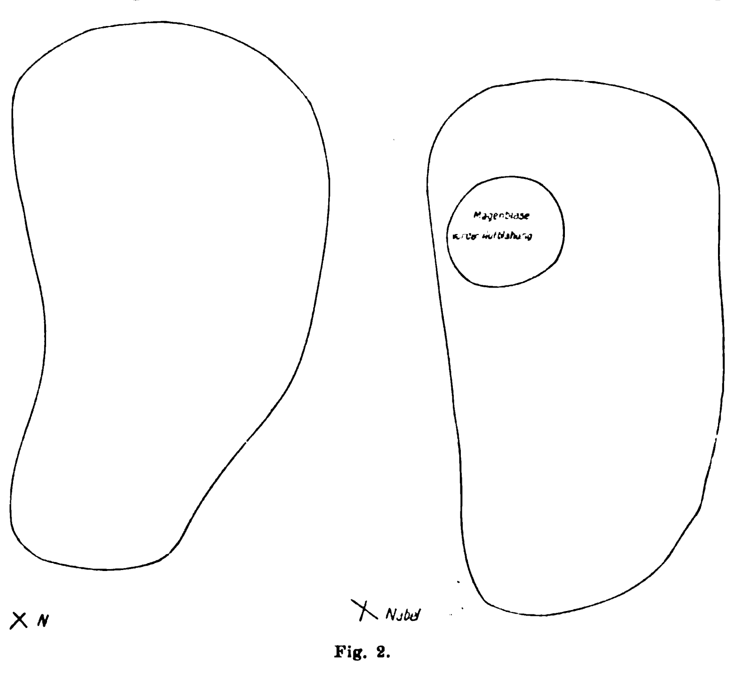


Fig. 2.

Der aufgeblähte Magen (Durchleuchtung und Perkussion) zeigt also ganz andere Form und Lage wie der mit der Kontrastmahlzeit gefüllte. Will ich nun die beiden Untersuchungsmethoden (Aufblähung durch Kohlensäure und Einführung der Kontrastmahlzeit) bezüglich ihres diagnostischen Wertes beurteilen, so handelt es sich um die Frage: Mit Anwendung welcher Methode komme ich den physiologischen Verhältnissen am nächsten?

Auf die von Stiller gegen die Wismutmahlzeit erhobenen Einwände gehe ich nur kurz ein. Stiller behauptet bekanntlich, die nach Einnahme der Wismutmahlzeit erhaltene Magenform sei bedingt durch abnorme Kontraktion der Magenwand infolge des vom Wismut ausgeübten Reizes. Grödel weist dagegen darauf hin, daß Eisen, Zirkon usw. dieselbe Magenform entstehen lassen wie Wismutbrei, und daß eine mit Wismut gefüllte Gelatinekapsel oder Oblade den Magen genau so langsam entfaltet wie der Wismutbrei. v. Elischer untersuchte röntgenologisch den Magen in fast leerem Zustande vermittelst einer Emulsion von Zirkonoxyd in Gummi arabicum; von der Emulsion wurden dem Untersuchten 30—40 ccm mittels einer Glasspritze durch die Schlundsonde eingeführt. v. Elischer kommt zu dem Er-

gebnis, daß die Syphon- oder Hakenform als die natürliche Magenform anzusehen sei, daß durch den Wismutbrei kein falsches, verzerrtes Magenbild zustande komme. Die Stillerschen Einwände sind wohl als endgültig widerlegt zu betrachten. — Was eben bezüglich der Wismutmahlzeit ausgeführt wurde, gilt natürlich ebenso für die von Günther und Bachem angegebene, in der hiesigen Poliklinik angewandte Bariumsulfatmahlzeit. Gegen die Kontrastmahlzeiten wird weiter eingewandt, sie belasteten durch das Gewicht des Metallsalzes den Magen derart, daß die Wand überdehnt, der untere Magenpol tiefer trete und so eine Gastroptose vorgetäuscht werde. Diese Einwände sind jedoch absolut nicht stichhaltig: Bloch hat vergleichende Untersuchungen angestellt über die Längenausdehnung des Magens nach Einnahme eines Wismutbreies und nach Einnahme eines Wismutbreies und einem Beefsteak mit Kartoffeln; er fand, daß der normale Magen keine wesentliche Ausdehnung in der Länge erfährt durch stärkere Belastung. A. Hesse untersuchte röntgenologisch den Magen nach Eingabe von gleichmäßig zubereiteten Breimengen; denen je 10, 20, 30, 40, 50 g Wismut zugesetzt waren. Er kommt unter anderem zu dem Ergebnis, „daß die Metallsalze das Bild des Magens infolge ihrer Schwere zwar etwas beeinflussen, daß aber die Beeinflussung, als sich

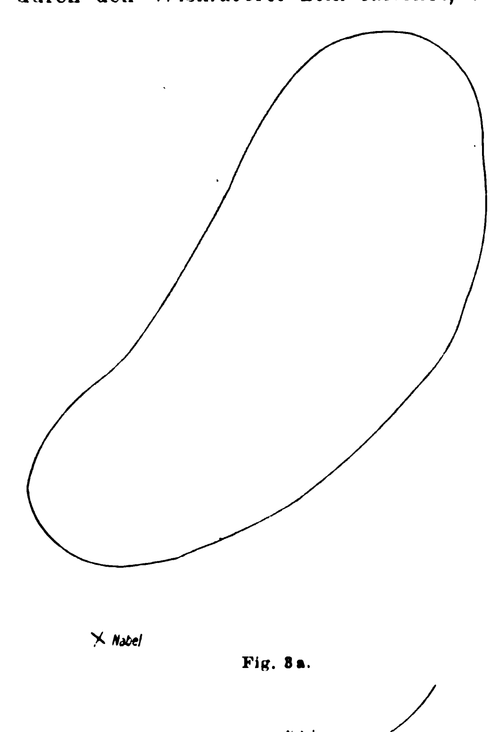


Fig. 3a.

Fig. 3b.

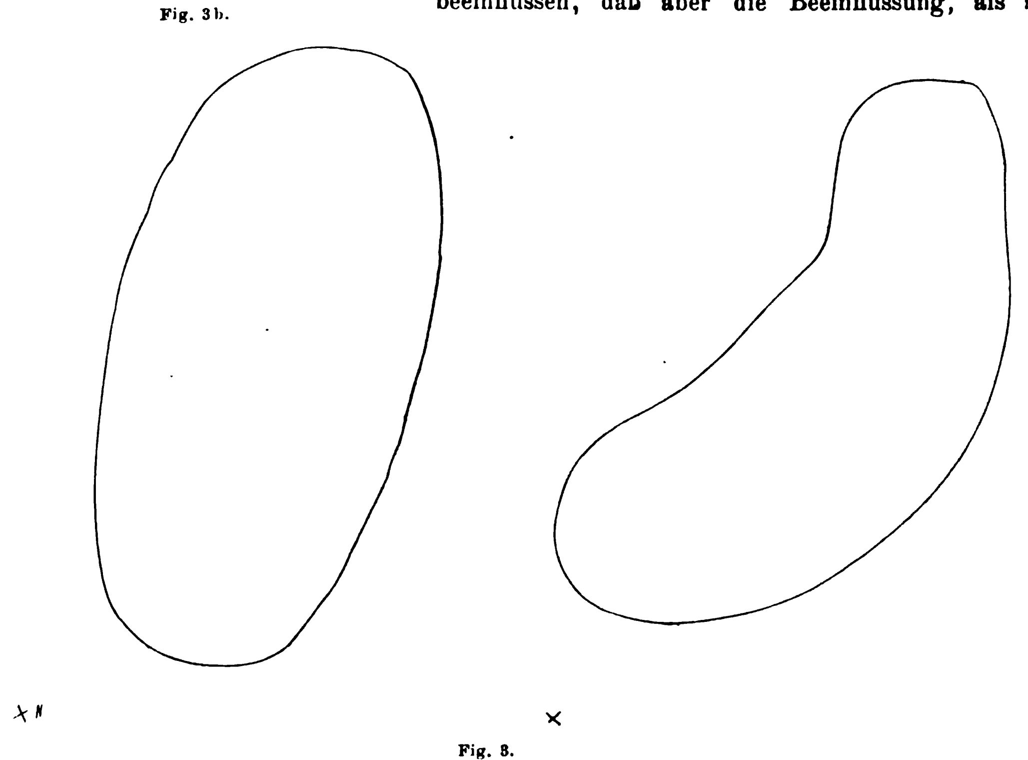


Fig. 3.

stets gleichbleibender Versuchsfehler nicht als wesentlich oder spezifisch angesehen werden könne.“ Schwarz und Kreuzfuchs untersuchten röntgenologisch bei aufrechtem Sitz des Patienten den Magen nach Eingabe eines mit 30 g Wismut versetzten Milchgries (200 ccm);

sie konnten in der Mehrzahl der Fälle ein Tiefertreten des unteren Magenpols infolge Dehnung der Magenwände nicht beobachten. Ich selber habe bei annähernd 40 verschiedenen Mägen den unteren Magenpol orthodiagraphisch markiert nach Einnahme der ersten drei Löffel der Bariummahlzeit, dann nach Einnahme des ersten bis zweiten Drittels und der ganzen Mahlzeit. Die Höhendifferenz des unteren Poles nach Einnahme des ersten Drittels und der ganzen Mehrzahl beträgt bei nicht atonischen und ektatischen Mägen im Durchschnitt 1 cm; bei atonischen und ektatischen Mägen bedeutend mehr, bis 5 cm; jedoch steht bei letzteren Mägen der untere Pol schon gleich nach Einnahme der ersten beiden Löffel erheblich unter dem Nabel. Der orthotonische Magen wird also durch die Kontrastmahlzeit nicht überdehnt, der hypo- oder atonische Magen dagegen wird durch die Kontrastmahlzeit stark gedehnt, so daß der untere Magenpol weit nach unten tritt. Die Muskulatur des atonischen Magens ist eben derart erschlafft, daß sie nicht mehr imstande ist, Speisen, selbst von ganz geringem Gewicht

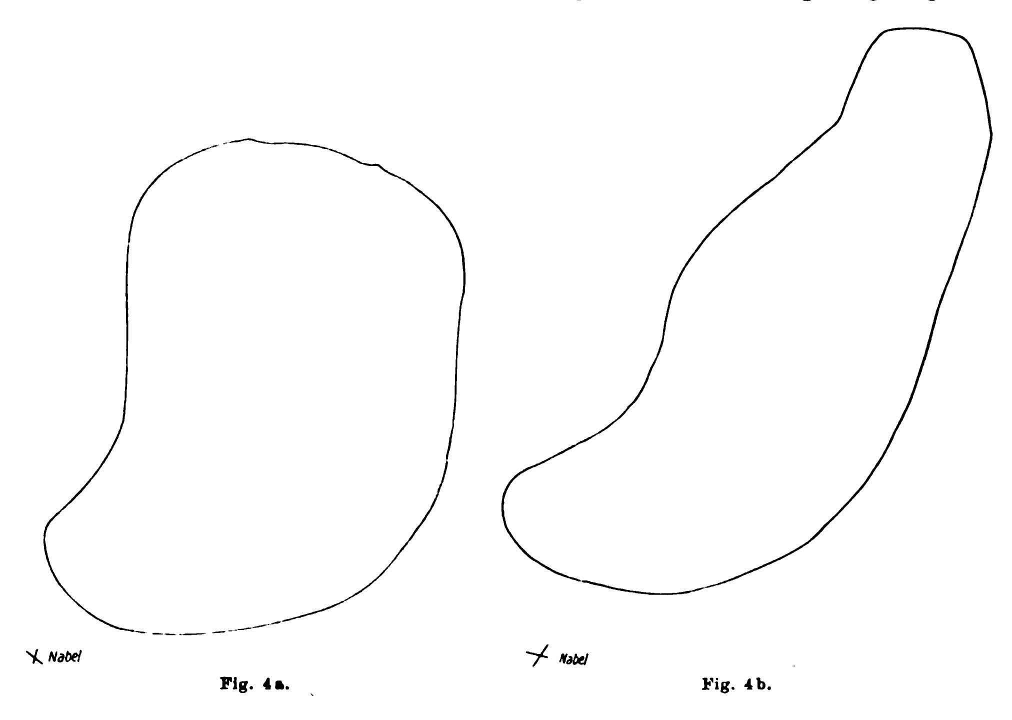


Fig. 4a. Fig. 4b.

(Tiefstand des unteren Magenpoles unterhalb des Nabels nach den ersten drei Löffeln der Bariummahlzeit) kontraktorisch zu umschließen; sie setzt dem Gewicht der Speisen keinen Widerstand mehr entgegen, wird vielmehr durch die Speisen genau wie ein Gummiband, das seine Elastizität verloren hat, hinuntergezogen. Die stärkere Dehnung des atonischen Magens ist also nicht ein unnatürliches Kunstprodukt, sie stellt vielmehr ein typisches Krankheitszeichen dar. Ein erheblicher Tiefstand des unteren Magenpoles ist nach meinen Erfahrungen fast nur vorhanden, wenn röntgenologisch und klinisch die Zeichen der Atonie (Hineinfallen der ersten Bissen in den Magen wie in einen schlaffen Sack, Plätschergeräusche in der Magengegend usw.) vorhanden sind. Wenn ich also einen Magen nach Einnahme der Kontrastmahlzeit röntgenologisch untersuche, so untersuche ich ihn unter annähernd physiologischen Bedingungen; nämlich nach Einnahme einer Mahlzeit, deren Gehalt an Metallsalzen die Magenform nachgewiesenermaßen nicht beeinflußt und deren Gewicht das eines gewöhnlichen Mittagessens nicht erheblich übertrifft (Gewicht der Bariumsulfatmahlzeit 500 g, Gewicht eines Mittagessens, bestehend aus Suppe und einem Gang, = 400 g durchschnittlich). Da der Magen für die Aufnahme und Verdauung von Nahrung bestimmt ist, so ist es eben das Natürliche, ihn während dieser Arbeit, d. h. in gefülltem Zustand zu untersuchen. Die Form und Lage des leeren Magens hat doch für die Pathologie des Magens erheblich geringere Bedeutung.

Von diesen Gesichtspunkten aus muß man von vornherein zugeben, daß die Aufblähung des leeren Magens etwas Unnatürliches ist, ein derartig aufgeblähter Magen kommt natürlicherweise eben nicht vor. Für das Verständnis der Magenform nach Aufblähung ist es wichtig, sich deren Entstehung klarzumachen. Wird Gas oder Luft in den Magen bei stehender Haltung des Untersuchten eingeführt, so wird diese sofort nach oben steigen, sich im Fundus ansammeln (Magenblase) und durch ihren Auftrieb den Magen und damit das Zwerchfell etwas nach oben drängen. Bei weiterer Gasentwicklung füllt sich allmählich der ganze Magen, dieser wird sich an den Stellen, die dem Gasdruck, der ja nach allen Seiten gleichmäßig stark ist, den geringsten Widerstand entgegensetzen, d. h. an den dehnbarsten, also muskelschwächsten Stellen, am meisten dehnen. Die muskelärmste Stelle ist nun der Fundus; das Stratum circulare fehlt völlig, das Stratum longitudinale ist hier nur schwach entwickelt. Die muskelstärkste Partie, die Pars pylorica, wird sich am wenigsten dehnen. Erst also wird sich der Fundus nach allen Seiten gleichmäßig ausdehnen, ist eine weitere Dehnung nicht mehr möglich, dann füllt sich der übrige Magen; diese Vorgänge kann man vor dem Röntgenschirm sehr schön beobachten. — Blähe ich im Liegen auf, so sind die Verhältnisse etwas anders: Das Gas steigt nach oben, drängt also den Magen gegen die Bauchwand; lasse ich nur wenig Gas sich im Magen entwickeln, so sehe ich bei der Durchleuchtung im Liegen deutlich oberhalb des Nabels eine Luftansammlung, während die Magenblase völlig verschwunden ist. Der Umstand, daß bei der Aufblähung im Stehen und Liegen der Gasauftrieb gegen verschiedene Körperrichtungen hinwirkt, das eine Mal gegen den Fundus und das linke Zwerchfell, das andere Mal nach der hinteren Bauchwand zu, erklärt die Verschiedenheit der Magenformen. Die durch Aufblähung gewonnene Magenform ist also in erster Linie abhängig von der Beschaffenheit der Magenwand, (der Muskeldicke der einzelnen Teile); daß ein solcher Magen ein Kunstprodukt, ein Zerrbild darstellt, ist wohl einleuchtend.

Daß die untere Grenze des aufgeblähten Magens im Liegen fast immer viel höher steht als die des mit Bariummahlzeit gefüllten im Stehen, und zwar meistens oberhalb des Nabels, dagegen bei Ektasie in Nabelhöhe oder 2—3 cm unterhalb des Nabels, habe ich schon erwähnt. Ein nach der Aufblähung im Liegen perkutorisch gefundener Tiefstand der unteren Magengrenze unterhalb des Nabels ist also unter Berücksichtigung der übrigen klinischen Erscheinungen für die Diagnose der Ektasie mit zu verwerten.

Resümee.

1. Die nach Aufblähung mit Kohlensäure und nach Einführung der Bariummahlzeit gewonnenen Magenformen zeigen große Verschiedenheiten.

2. Die nach Einführung der Bariummahlzeit gewonnene Magenform entspricht den natürlichen Verhältnissen, die nach Aufblähung gewonnene Magenform stellt ein Kunstprodukt dar.

3. Die untere Grenze des aufgeblähten Magens ist im Liegen annähernd genau zu perkutieren; die seitlichen Grenzen sind nicht zu perkutieren.

4. Die untere Grenze des aufgeblähten Magens steht im Liegen und Stehen beträchtlich höher als die des mit Bariummahlzeit gefüllten Magens.

5. Die perkutorische oder röntgenologische Bestimmung der unteren Grenze des im Liegen aufgeblähten Magens hat eine gewisse diagnostische Bedeutung.

Literatur.

Grödel: Die röntgenologisch nachweisbaren Merkmale der Gastrektasie und Pyloroptose. Berliner klin. Wochenschr. 1908, Nr. 15.

Derselbe: Die peristolische Funktion des Magens im Röntgenbild. Münch. med. Wochenschr. 1909.

Derselbe: Die Form des pathologischen Magens. Deutsche med. Wochenschr. 1910, Nr. 15.

Derselbe: Einige Streitfragen aus der Röntgenologie des Magens. Arch. f. Verdauungskrankheiten. Bd. 16.

Schüle: Studien über die Bestimmung der unteren Magengrenze mit besonderer Berücksichtigung der Radiographie. Arch. f. Verdauungskrankheiten. Bd. XI.

Schwarz und Kreuzfuchs: Über radiologische Motilitätsprüfungen des Magens. Wiener klin. Wochenschr. 1907, Nr. 15.

Lichtenhelt: Wo ist die Portio pylorica? Berliner klin. Wochenschr. 1909, Nr. 12.

Bloch: Belastungsproben des Magens. Berliner klin. Wochenschr. 1910, Nr. 16.

Klaus Hoffmann: Röntgenologische Größenbestimmung des Magens. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 16.

Stiller: Kritische Glossen eines Klinikers zur Radiologie des Magens. Berlin 1910.

Barret und Leven: Der Magen im Stehen und im Liegen. Bull. et mémoires de la société de radiologie de Paris. Nr. 25.

Desternes: Variationen der Magenform und Magenlage. Bull. et mémoires de la société de radiologie de Paris. Nr. 25.

A. Hesse: Geben uns die in der Radiologie zur Verwendung kommenden Metallsalze ein falsches Bild von Form und Größe des Magens? Berliner klin. Wochenschr. 1911, Nr. 21.

Talma: Röntgenographische Bestimmung der Lage des Magens. Berliner klin. Wochenschr. 1911, Nr. 21.

v. Elischer: Über eine neue Methode zur Röntgenuntersuchung des Magens. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 18.

Kaufmann: Über Magenatonie und Magenchemismus. Zeitschr. f. klin. Med, Bd. 57.

Röpke: Das chronische Magenulkus im Röntgenbilde des luftaufgeblähten Magens. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Med. und Chir. 1913, Bd. 26.

Krause und Schilling: Die röntgenologischen Untersuchungsmethoden zur Darstellung des Magendarmkanales mit besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. XX.

H. Günther: Bariumsulfat als schattenbildendes Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen. Zeitschr. f. Röntgenkunde 1910, Bd. XII.

F. Nieden: Kohlensäureaufblähung des Magens zwecks Röntgenuntersuchung und ihre Gefahren. Deutsche med. Wochenschr. 1911, Nr. 33.

Über das Röntgenstrahlenspektrum.

Von

Privatdozent Dr. **Paul Cermak**, Gießen und Direktor **Friedrich Dessauer**, Frankfurt a. M. (früher Aschaffenburg).

Aus den Untersuchungen des Lichtspektrums weiß man, daß die Verteilung der Strahlungskomponenten einer Lichtquelle sehr verschieden sein kann, d. h. einen mehr oder weniger großen Umfang annehmen kann. Ferner weiß man, daß die Intensitäten dieser Komponenten unter sich sehr verschieden sein können und daß das Maximum der Intensität im Spektrum einer Lichtquelle eine sehr verschiedene Lage einnehmen kann. So ist es möglich, daß zwei Lichtquellen uns für das Auge ein scheinbar gleichhelles weißes Licht liefern, untersucht man aber die beiden Lichtquellen spektroskopisch, so können sie Bilder darbieten, die nicht die mindeste Ähnlichkeit miteinander aufweisen. Sie können sich aus ganz verschiedenen Komponenten zusammensetzen (rot-grün, blau-gelb, wobei jede Farbbezeichnung natürlich eine ganze Fülle von Komponenten andeutet), sie können aber auch darin verschieden sein, daß die Intensitäten in an und für sich ähnlichen Spektren durchaus verschieden verteilt sind.

Die Lichtspektra (Emissionsspektra) der festen Körper sind kontinuierlich, d. h. die Übergänge von einer Wellenlänge zur nächsten sind unendlich klein. Deswegen sind in jedem Spektrum zahlreiche Komponenten.

Wir wollen dieser Vorstellung noch eine weitere hinzufügen. Erhitzt man einen festen Körper, z. B. einen Kohlenfaden oder dergleichen, bis zur beginnenden Glut, so emittiert er ein Spektrum, das sich aus zunächst relativ wenigen sichtbaren Komponenten zusammensetzt. Er wird bei Beginn der Glut rot leuchten, d. h. er wird hauptsächlich Strahlen aussenden, welche eine große Wellenlänge besitzen (sichtbar von ca. 8μ an). Außerdem hat sein Spek-

trum natürlich eine bestimmte Intensität, d. h. die Gesamtsumme aller ausgestrahlten Energie hat einen gewissen Energiewert. Wird nun diesem glühenden Körper mehr Wärme zugeführt, so daß er, wie wir zu sagen pflegen, heller glüht, so ändert sich der Farbcharakter seines Lichtes für das Auge zunächst zum gelb, dann zum weiß. Physikalisch bedeutet das zweierlei. Einmal die Intensität der Strahlenemission wird größer, ferner aber, das Spektrum der Strahlung wird reicher, es gewinnt für jeden Grad Temperaturerregung fortschreitend Komponenten aus dem Teil der kürzeren Wellen, bis endlich ein hellweißes Licht eines festen Körpers praktisch alle sichtbaren Strahlungskomponenten umfaßt.

Aber wenn auch durch die Temperaturerhöhung fortschreitend ein immer größerer Teil des Spektrums für die beobachtete Lichtquelle gewissermaßen dazu erobert wird, so ist noch nichts darüber ausgesagt, wo in jeder Phase dieses Weiterschreitens im Spektrum diejenigen Komponenten liegen, die am reichsten an der Strahlenemission partizipieren. Diese Stelle ist das Intensitätsmaximum im Spektrum und für dieses Intensitätsmaximum gilt folgendes wichtige Gesetz. Während bei der Erhöhung der Temperatur die Gesamtintensität der ausgesandten Strahlung in einer gewissen sehr raschen Weise sich vermehrt, verschiebt sich die Lage des Intensitätsmaximums immer schneller nach der kurzwelligen Seite hin. Das heißt also praktisch gesprochen, wenn wir den Platinfaden heißer machen, so sendet er natürlich mehr Strahlen und helleres Licht aus als vorher, wo er noch kälter war; aber noch erheblich rascher als diese Gesamtintensität seiner Strahlung wächst der Anteil der kurzwelligen Strahlung, also etwa der blaue oder violette Anteil in seinem Spektrum.

Wir haben nun diese Betrachtungen lediglich angestellt, um die Voraussetzung für ein leichteres Verständnis der Strahlung einer Röntgenröhre zu schaffen. Auch die Röntgenröhre sendet, wenn sie vom hochgespannten Entladungsstrom durchflossen wird, nicht eine einzige, sondern eine Summe von Strahlungen aus. Es ist auch festgestellt, daß die Komponenten dieser Strahlung ebenso wie beim Licht sehr verschieden sein können, daß sie einen größeren oder kleineren Teil des Spektrums (der Härte oder Wellenlänge) umfassen können und daß die Intensitätsverteilung in diesem Spektrum sehr verschieden sein kann. Hierüber liegen z. B. Versuche von Ernst und Dessauer[1]) vor.

Es ist auch außerdem noch durch röntgentechnische Arbeiten bekannt, daß die Emission einer Röntgenröhre nicht nur von ihr selbst, sondern von der Art und der Intensität des zugeführten Stromes abhängt. Der Bremsvorgang der Kathodenstrahlung entspricht in dieser Analogie in gewissen Grenzen dem Heizvorgang des Strahlers beim sichtbaren Licht. Der eine von uns hat auf diesen Zusammenhang zuerst aufmerksam gemacht. Das bedeutet also, daß wir es bis zu einem gewissen Grade in der Hand haben, so wie beim Lichte durch die Wärmezufuhr zum Strahler, hier durch die Kathodenstrahlenzufuhr zur Antikathode die Emission zu beeinflussen und daß diese vom Strom abhängt durch die Art, wie wir die Röhre mit Strom beschicken.

Diese Tatsache ist für die Anwendung der Röntgenologie insbesondere bei der therapeutischen Strahlung von weitest tragender Bedeutung. Denn das Röntgenstrahlenspektrum, das zwei Röntgenröhren aussenden, die bei der Messung scheinbar genau dieselbe Härte haben, kann so verschieden sein, daß sowohl diagnostisch auf der gewonnenen Photographie ein ganz anderes Bild entsteht, wie insbesondere auch therapeutisch die eine in der Tiefe überhaupt nichts und die andere ziemlich viel auszurichten vermag. Es ist wichtig, sich darüber ganz klar zu sein.

In der erwähnten Arbeit von Ernst und Dessauer wird nun gezeigt, daß die von Dessauer zuerst postulierte Art des Betriebes der Röntgenröhre mit möglichst kräftiger Momentanbelastung, mit bestimmten Stromkurven und optimaler Frequenz ein Spektrum erzeugt, das selbst in relativ weichen Röhren sehr komplex ist, also sehr viel Strahlungskomponenten

[1]) Ernst und Dessauer, „Strahlentherapie" 1914.

enthält. Dies bedeutet, daß bei der relativen Weichheit der Röhre auch viel harte Strahlengruppen in der Emission beteiligt sind. Es bedeutet aber weiter, weil die Gesamtintensität sich aus sehr vielen Komponenten zusammensetzt, daß wahrscheinlich einer einzelnen Komponente nicht allzuviel Intensität zukommt. Man weiß, daß im Röntgenstrahlenspektrum Gefahrenpunkte liegen, das heißt, daß es Strahlen gibt, bei deren Einfall zahlreiche Metalle, die man auch als Filter oder Konstruktionsteile der Röntgenapparate benutzt, in sehr heftige und biologisch sehr wirksame Sekundärstrahlung verfallen (Eigenstrahlung). Diese Gefahrenpunkte sind fast durchweg in dem weicheren Teil des Röntgenstrahlenspektrums vorhanden. Die Gefahrenpunkte im Spektrum werden natürlich nur dann wirksam, wenn in einer Emission Strahlung gerade der Wellenlänge enthalten ist, die die charakteristische Sekundärstrahlung in einem Material kräftig erregt. Es ist nun anzunehmen, daß im Strahlungsgemisch einer Röntgenröhre sehr häufig, vielleicht sogar immer, solche Komponenten vorhanden sind. Es kommt aber darauf an, ob diese Komponenten irgendwie von erheblicher Intensität sind oder ob ihre Intensität ganz minimal ist. In dem Augenblick, wo die Intensität der gefährlichen Komponente groß ist, wird das verwandte Filtermaterial eine Verbrennung herbeiführen, die man nicht erwartet hat, und man wird in diesem Falle mit seinem Apparat, der eben eine solche Stromkurve hat, bei der die Intensität der gefährlichen Komponente erheblich wird, in der Dosierung beschränkt bleiben. Es kann aber auch der Fall sein, daß die gefährliche Komponente wohl vorhanden ist, aber nur so schwach, daß die von ihr erregte charakteristische Sekundärstrahlung quantitativ keine Rolle spielt gegenüber der gesamten Sekundärstrahlung, die in der bekannten Weise von allen getroffenen Gegenständen ausgeht. Es ist also sehr wichtig, daß die Strahlung komplex ist, daß sie relativ viel harte Anteile enthält, denn in demselben Maße, wie die Intensität der einzelnen Komponenten kleiner wird und die Zahl der Komponenten zunimmt und ferner in demselben Maße, wie das Spektrum im Bereich der kurzwelligen X-Strahlung (harte Strahlung) fortschreitet, nimmt die Gefahr der Eigenstrahlung ab.

Wie wichtig diese Betrachtung ist, ergibt sich aus einer Reihe von Publikationen, die ungewollt den Beweis dafür zu bringen scheinen, daß bei den Messungen über die Tiefenwirkung der X-Strahlung solche Eigenstrahlungsvorgänge ganz falsche Bilder und möglicherweise sogar Gefahren äußern. Wir bringen im Nachstehenden eine Tabelle — eine von mehreren — welche dem Zirkular einer bekannten Fabrik entnommen ist und die Bestätigung einer Universitätsklinik trägt.

Zeit	Amp. pr.	Milliampère	Fokusabstand	x	Tiefe	Aluminiumfilter
4 Min	3,5—4	3,5	15 cm	30	Oberfl.	3 mm Filter
				26	2 cm	und
				20	4 „	10 mm Meß-
				15	6 „	block
				8	8 „	

Wenn man diese Tiefendosen nachrechnet, so stellt sich heraus, daß sie physikalisch unmöglich erscheinen. Wenn nämlich angenommen wird, daß der dort verwendete Gaußsche Meßblock überhaupt gar nichts absorbiert hätte (in Wirklichkeit muß er aber mindestens 5 % pro Filterschicht absorbieren), so können bei einem Fokusabstande von 15 cm unter 2 cm Gewebeschicht nur 21,5 x vorhanden sein, wenn an der Oberfläche 30 sind. Es können nur soviel sein wegen der quadratischen Abnahme der Strahlung bei wachsender Entfernung. Da aber der Filter mindestens 5 % absorbiert, so können es nur 20 x sein. Unter 4 cm können es nur 18,6 bzw. 17 sein. Gemessen wurden aber 26 und 20. Nach dieser Messung wäre die räumliche Abnahme der Strahlung nicht gesetzmäßig erfolgt, es sind mehr Strahlen nachgewiesen als nach dem quadratischen Abnahmegesetz vorhanden sein können. Es müßte das Filter nicht nur nichts absorbiert, sondern neue Strahlen dazu geliefert haben. Dies ist nur ein Fall von zahlreichen analogen Fällen, wobei immer derselbe Apparattyp verwendet wurde.

Bei allen diesen Fällen beschränkt sich auch die physikalisch unmöglich hoch erscheinende Dosis auf die ersten Zentimeter, während in der Tiefe die Werte der Möglichkeit entsprechen oder sogar erheblich geringer sind. Es müssen also hier besondere Umstände obwalten, das heißt, der Kienböckstreifen als Reagenzkörper muß auf irgend etwas reagiert haben, was außer der primären X-Strahlung vorhanden war und natürlich mit der Tiefenwirkung der Strahlung nichts zu tun hat. Wenn wir nun den Ursachen dieser Erscheinung nachgehen, so liegen zwei Möglichkeiten nahe. Einmal die Möglichkeit, daß der Silbergehalt des Reagenzkörpers und dann die andere Möglichkeit, daß die Substanz des verwendeten Filters an der Überreaktion des Kienböckstreifens, die wir kurz und drastisch als Verbrennung des Kienböcksteifens bezeichnen wollen, schuld ist. Denn die Primärstrahlung, bzw. der Anteil ihres Spektrums, der in die Tiefe dringt, kann es nicht sein. Wie hätten wir uns das nun vorzustellen? Die Strahlung hat vorher bereits 14 mm Aluminium durchdrungen. Nach einer solchen Durchdringung bleibt ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz der Gesamtintensität noch übrig. Die Kienböckskala ist dann so geeicht, daß sie die noch übrig bleibenden geringen Intensitäten so stark multipliziert, daß sie den Intensitäten entsprechen, die bestanden haben würden, wenn die Strahlung den Meßblock nicht durchdrungen hätte. Sehr weiche Strahlung dürfte also kaum die Ursache der Verbrennung der Kienböckstreifen gewesen sein. Andererseits ist quantitativ die Intensität, die die Verbrennung herbeiführt, gering gewesen. War in diesem geringen Intensitätsrest der Strahlung eine Gruppe vorhanden, die geeignet ist, in den metallischen Materialien gefährliche Eigenstrahlung zu erregen, so muß sie quantitativ sehr erheblich gewesen sein. Mit anderen Worten, es kann dann nur ein Spektrum zu dem Kienböckstreifen gedrungen sein, das nicht mehr so viele Komponenten enthielt und dessen wirksame Einzelkomponente eine relativ große Intensität zur Gesamtstrahlung besaß. Das erscheint wenigstens wahrscheinlich. Wir haben es dann also mit einem Fall zu tun, bei dem die tiefdringende Strahlung nicht mehr so komplex ist und dennoch aber einen Anteil enthält, auf welchem Silber oder vielleicht Verunreinigung des Aluminiums, weniger wahrscheinlich das Aluminium selbst mit einer Eigenstrahlung reagiert. Diese Strahlung ist eine Gefahrstrahlung in dem Augenblick, wo Materialien, die in der Versuchsanordnung zur Eigenstrahlung führten, auch in den verwendeten Hautfiltern enthalten wären. Aber wenn das nicht der Fall ist, so ist sie doch insofern eine Gefahrstrahlung, als sie über die in der Tiefe entwickelten biologischen Effekte ein ganz falsches Urteil verursacht, nämlich den Tiefeneffekt als viel höher erscheinen läßt, als er in Wirklichkeit ist und infolgedessen z. B. bei der Behandlung eines Karzinoms dazu führen wird, in der Tiefe Reizdosen, statt wirksamer Dosen zu erteilen.

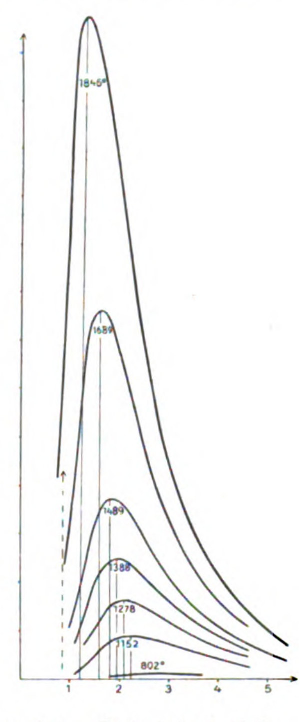
Diese Verhältnisse wären nicht vorhanden gewesen, wenn der Strahlungsrest ein sehr reiches Gemisch geblieben wäre, bei welchem die Gefahrkomponente zu klein ist, als daß ihre Intensität schädliche Wirkungen ausüben könnte. Bei den in der erwähnten Arbeit von Ernst und Dessauer untersuchten Strahlungen des Reformapparates scheint das Gemisch dieser Forderung zu genügen. Man erinnert sich an dieser Stelle an die Mitteilung von Bumm und Warnekros in der Berliner medizinischen Gesellschaft, wonach sie mit dem Reformapparat bei Krebsbestrahlungen einer Hautstelle das vierzigfache der Dosis geben, welche sonst als Erithemdosis bezeichnet wird, ohne irgend etwas zu bemerken. Damals wurde gesagt, die schlimme Verbrennung wird schon noch nachkommen. Aber in der Zwischenzeit sind Monate verflossen und sie kam nicht, während sie nach allen Erfahrungen doch hätte kommen müssen. Wir sehen die Möglichkeit einer Klärung dieses Verhaltens in dem vorliegenden Strahlungsgemisch.

Nunmehr kommen wir auf den zweiten Punkt unserer Darlegung. Angenommen — was wir noch nicht sicher wissen — es walte im Röntgenstrahlenspektrum eine ähnliche Gesetzmäßigkeit, wie sie von Wien für das Lichtspektrum in seinem Verschiebungsgesetz gezeigt worden ist, dann hätten wir uns vorzustellen: Wenn wir eine gewisse Energie in Form von Kathodenstrahlen auf die Antikathode prallen lassen, so bekommen wir ein ganz anderes Spektrum, wenn diese Energie einmal auf eine gewisse Zeit verteilt wird und das andere Mal nur auf

den hundertsten Teil dieser Zeit. Das letztere entspricht der höheren Heizung der Lichtquelle, wobei ja auch in der gleichen Zeit viel mehr Wärmeenergie zugeführt wird, wenn ein reichhaltiges Spektrum entstehen soll. Der Erfolg der stärkeren Erhitzung für die Lichtemission ist

1. das gesamte Spektrum gewinnt an Intensität,

2. noch rascher als die Intensität wächst, rückt das Maximum der Intensität zum violetten Ende des Spektrums heraus[1]). Erfahrungen, auf die wir sofort kurz zurückkommen, sprechen dafür, daß es auch im Röntgenstrahlenspektrum so ist, wie im Lichtstrahlenspektrum, das heißt, daß wenn wir die zugeführte Elektrizitätsmenge bei der Röntgenröhrenbelastung auf immer kürzere Zeiten zusammendrängen und die Schläge immer plötzlicher machen, in das Spektrum derselben Röntgenröhre, immer mehr Komponenten und ein relativ immer größerer Anteil harter Strahlung hineinkommen. Mit anderen Worten: das Spektrum wird in der Tiefe wirksamer, das Gemisch wird reicher an harten Komponenten und die Möglichkeit einer Gefahrstrahlung geringer. Die Erfahrung, die wir soeben erwähnten, wurde zuerst durch einen von uns bei der Erfindung des Einzelschlagverfahrens in der Röntgendiagnostik gemacht. Dabei erhält man ein völlig durchexperimentiertes Röntgennegativ mit einem Stromaufwand, der sonst bei weitem nicht ausreicht, die photographische Platte zu schwärzen. Beim Blitz ist die ganze Zufuhr der Energie auf die praktisch kürzeste Zeit zusammengedrängt. Infolgedessen entsteht ein reiches Spektrum, dessen Intensitätsmaximum sehr weit in die Gegend der harten Strahlen hinübergerückt ist. Infolgedessen dringen unverhältnismäßig mehr Strahlen zur photographischen Platte und üben dort ihre Wirkung aus wie sonst. Der Beweis hierfür läßt sich unmittelbar bringen. Es wurde seinerzeit bei der Erfindung des Einzelschlagverfahrens durch Dessauer bereits gezeigt, daß eine Röhre, die man einmal mit dem gewöhnlichen Unterbrecherbetrieb oder Wechselstrommaschinenbetrieb auf ihre Härte untersucht, während sie das nächste Mal durch einen Einzelschlag belastet wird, ganz verschiedene Härtegrade zeigt. Und zwar ergibt das Benoist beim gewöhnlichen Betrieb vielleicht 2, 3, beim Blitz und derselben Röhre aber 7. Dieselbe Röhre hat also durch dieselbe Energiezufuhr ein ganz anderes Röntgenspektrum geliefert, und zwar nur dadurch, daß dieselbe Energie in einer vielleicht zehn- bis zwanzigmal kürzeren Zeit zugeführt worden ist. Dabei hat sich offenbar — denn das absolute Maß der Energie war beim Blitz ja nicht größer — das Intensitätsmaximum im Spektrum sehr weit zur harten Strahlung verschoben, vielleicht so, wie es dem Wienschen Gesetz oder einem analogen Gesetz für das Licht entspricht.



Schließlich ist durch Versuche festgestellt worden, daß bei gleichartigem Betriebe die Strahlung einer Röntgenröhre auch davon abhängt, aus welchem Materiale die Antikathode besteht. Wenn wir bei den bisher entwickelten Vorstellungen bleiben, können wir uns vorstellen, daß in dem kontinuierlichen Spektrum, das die Röhre aussendet, einzelne Komponenten besonders stark betont sind. Welche Komponenten das sind, das hängt eben vom Material der Antikathode ab. (Nur nebenbei kann hier erwähnt werden, daß diese Anschauung in neuester Zeit

[1]) Wie die Verhältnisse bei der Lichtemission des blanken Platins liegen, zeigt das zur Verdeutlichung der hier angewendeten Vorstellungen beigegebene Kurvenbild, das einer Abhandlung von Lummer entnommen ist. Die Kurven des Bildes stellen dar, wie sich die Energie des strahlenden Platins bei gegebener Temperatur (absolute Skala!) auf die verschiedenen Wellenlängen verteilt, gibt also in relativem Maße die Größe der einzelnen Strahlungskomponenten an. Man sieht, wie mit Erhöhung der Temperatur die gesamte ausgestrahlte Energie immer größer wird, und wie dabei das Maximum der Strahlung nach der Seite der kleinen Wellenlängen hinüberrückt.

durch den französischen Forscher M. de Broglie eine Bestätigung erfahren hat, dem es gelungen ist, die von verschiedenen Antikathoden ausgesandten Spektra mittels Interferenzmethoden photographisch aufzunehmen.) — Aber auch wenn das Antikathodenmaterial immer das gleiche bleibt, so kann man sich denken, daß die Zahl und die Intensität der betonten Strahlungskomponenten von der Betriebsart und von der Temperatur der Antikathode abhängig sein können. (Etwa analog der bekannten Tatsache, daß das Emissionspektrum des Natriums im heißen Lichtbogen ein intensiveres und linienreicheres ist als in der Bunsenflamme.) So haben wir vorläufig auf photographischem Wege feststellen können, daß eine stark gekühlte Antikathode bei gleicher Belastung ein etwas härteres Strahlungsgemisch aussendet, als eine ungekühlte. Genauere Messungen darüber sollen folgen.

Zusammenfassend können wir uns also folgendes Bild vom Emissionsvorgange einer Röntgenröhre machen:

1. Die Antikathode sendet ein kontinuierliches Spektrum aus, das aus umso zahlreicheren Einzelkomponenten besteht, d. h. umso umfangreicher ist, je kräftiger der Bremsvorgang der Kathodenstrahlen ist.

2. Das Antikathodenmaterial bedingt, daß einzelne Komponenten dieses Spektrums besonders betont werden.

3. Sowohl der Bremsvorgang, wie die Intensität und Zahl der betonten Komponenten des Spektrums können durch die Art des Instrumentariums, mit dem die Röhre betrieben wird, beeinflußt werden.

Stark betonte Intensitätsbanden im Gebiete jener Härten, die kräftige Sekundärstrahlen erzeugen, können bei der praktischen, medizinischen Verwertung ganz unerwünschte Erfolge geben. Es wird jenes Instrumentarium praktisch am meisten zu bevorzugen sein, das ein möglichst gleichmäßiges und möglichst reichhaltges Röntgenstrahlspektrum liefert.

Sollten die oben entwickelten Vorstellungen auch nicht in allen Einzelheiten den wirklichen Vorgängen in der Röntgenröhre entsprechen, so scheinen sie uns doch eine brauchbare Arbeitshypothese abzugeben und einen Weg zu zeigen, auf welchem man experimentell vorzugehen hat, um eine weitere Klärung der tatsächlichen Vorgänge aufzufinden. Derartige Versuche sind im wissenschaftlichen Laboratorium der Veifawerke im Gang.

Aus den Röntgeninstituten des Spitales der Israelitischen Kultusgemeinde und des Verbandes der Genossenschaftskrankenkassen in Wien (Leiter Dr. I. Robinsohn).

Graphische Darstellung zahnröntgenologischer Diagnosen (Odonto-Diagnostographie)[1].

Von

Dr. **I. Robinsohn** in Wien.

(Hierzu Tafel XI und XII, Fig. IVd u. IVe.)

Bisherige Versuche.

In Anbetracht der Schwierigkeiten photomechanischen Buchdruckes von Röntgenbildern haben sich die Autoren schon frühzeitig veranlaßt gesehen, die Resultate ihrer röntgenologischen Zahnuntersuchungen zeichnerisch wiederzugeben. Denn eine gute Zeichnung nach einem Röntgenogramm ist immerhin besser, als ein schlechter Druck, auf dem man wenig oder nichts sieht. Auf der Zeichnung sieht man wenigstens das, was der Autor zu sehen glaubt, was er gesehen wissen will, was er zeigen möchte.

[1]) Vom Autor verbesserter und erweiterter Neudruck aus Heft 9, 11. Jahrgang (1913) der Österreichischen Zeitschrift für Stomatologie.

Die zeichnerische Wiedergabe kam aber bisher über einen bestimmten toten Punkt in bezug auf Vollständigkeit und Verständlichkeit nicht hinaus, wie ich an einigen Beispielen zeigen werde.

Fig. 1 stammt aus einem Artikel von Scheff über Zahnretention in Scheffs Handbuch, 2. Auflage, I. Band, Seite 691, Fig. 353. Sie bietet eine Konturzeichnung eines einzelnen Röntgenbildes; die nicht unmittelbar in Betracht kommenden Teile sind nicht vollständig ausgezeichnet, der Zahn, auf den es ankommt, der retinierte Eckzahn, dagegen ist plastisch dargestellt, jedoch nicht in der eigentlichen Röntgenplastik, das ist in der Plastik des durchfallenden Röntgenlichtes, sondern in der Plastik des auffallenden gewöhnlichen Lichtes; der Zahn ist abgebildet nicht wie er auf dem Röntgenschirme oder auf der Röntgenplatte, sondern wie er bei gewöhnlicher Beleuchtung erscheinen würde.

Eine zweckentsprechende Wiedergabe zeigt Fig. 351 desselben Aufsatzes (Fig. 2). Hier sind die Zähne, auf die es ankommt, schraffiert, also in einer einheitlichen schematischen Weise ohne Benützung falscher Mittel wiedergegeben.

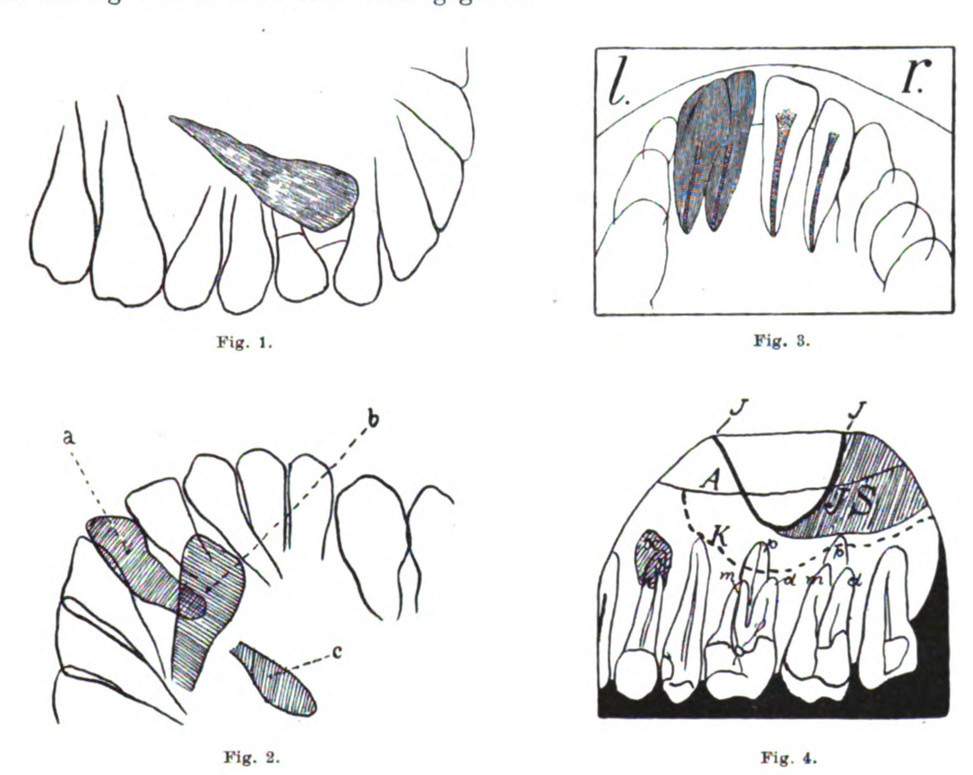


Fig. 1. Fig. 3.

Fig. 2. Fig. 4.

Einen Schritt weiter bedeutet Fig. 3, entnommen dem Artikel von Sternfeld über Zwillingszähne in demselben Handbuche Seite 561, Fig. 238. Hier sehen wir schon die Tendenz, die Zähne durchsichtig darzustellen: in die Wurzeln sind Kanäle eingezeichnet. Aber nur zwei Zähne sind graphisch korrekt und zwar einfach konturiert dargestellt; bei zwei anderen Zähnen findet sich die unglückliche Kombination von Tageslicht-Aufsicht und Röntgenlicht-Durchsicht.

Nicht viel weiter kommen Cieszynski (in seiner Monographie im Handbuch von Rieder) und nach seinem Muster E. J. und Paul Eisen (im Dental Cosmos, August 1913, Fig. 31, wiedergegeben in Fig. 4). Auch diese Autoren bringen bloß Konturzeichnungen einer Einzelprojektion, in die sie einzelne, aber noch lange nicht alle wichtigen anatomischen Details einzeichnen; namentlich fehlt jeder Versuch, das wichtigste Formelement des Zahnröntgenbildes, die Alveole im normalen und pathologisch veränderten Zustande graphisch darzustellen.

Eigene Methode: Platydiagraphie, Diagnostographie.

Im folgenden sei meine eigene graphische Darstellungsweise zahnröntgenologischer Befunde wiedergegeben und begründet. Sie ist auf wissenschaftlichen Prinzipien aufgebaut und bezweckt eine korrekte, einfache und vollständige Wiedergabe aller diagnostisch wichtigen Einzelheiten der Kiefer und der Zähne.

Meine Methode der Darstellung hat folgenden Aufbau:

1. Konstruktion eines ebenflächigen Diagramms, Platydiagramms (ähnlich Mercators Projektion in der Geo-Kartographie), erhalten durch die schematische Umwandlung des röntgenperspektivischen, fokal projizierten Einzelbildes in eine übersichtliche Flachprojektion und Kombination der Einzelbilder zu einem Gesamtbild. In bestimmten Fällen wird auch die Rekonstruktion schematischer anatomischer Längs- und Querschnitte zu Hilfe genommen.

2. Graphische Charakterisierung der normalen und pathologischen Formelemente der Kiefer und Zähne durch konventionelle aber möglichst natürliche, symbolische Zeichen, ähnlich wie in der Geo-Kartographie konventionelle Zeichen für die Elemente der Landschaft, wie Berge, Flüsse, Sümpfe usw. verwendet werden.

3. Verbale, auf ein Minimum beschränkte Interpretierung.

Ich möchte diese graphische Methode der Darstellung, welche ohne weiteres die Diagnose ablesen läßt, als Odontodiagnostographie, oder, da die Flachprojektion fast nur auf die Zahnröntgenologie anwendbar ist, kurzweg als Diagnostographie bezeichnen.

ad. 1. Platydiagraphie.

Kleben wir Röntgenogramme von Einzelzähnen so nebeneinander auf, daß die Kronen und die Wurzelspitzen die richtigen Distanzen zueinander erhalten, oder denken wir uns den Kiefer mitsamt den Zähnen durch Entkalkung erweicht und wie eine Herbarpflanze flachgedrückt, oder belegen wir (vgl. Fig. 5) die Außenseiten der Kiefer mit Stanniol- oder Bleiblech

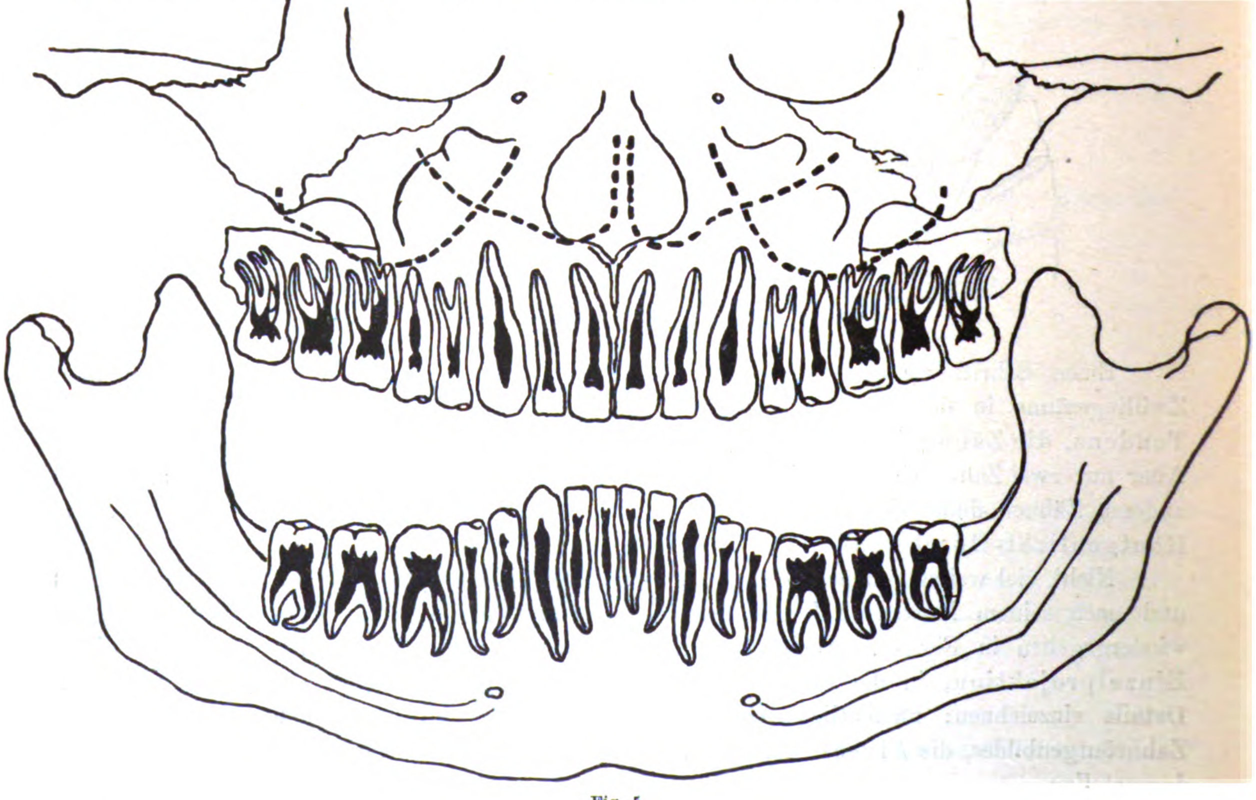


Fig. 5.

und wickeln die so gewonnene Abformung in der Fläche ab, so erhalten wir eine Flachprojektion der Kiefer, in die man die morphologischen und topischen Befunde an Kiefer und Zähnen einzeichnen kann, wie geographische Elemente in das Flächennetz einer Landkarte.

Den Ausgangspunkt meines graphischen Systems bilden daher die beiden Figuren der Abbildung 5. Sie wurden gewonnen durch Abwicklung eines Bleibelages des Ober- und Unterkiefers vom skelettierten Schädel einer 29jährigen Frau. In diese Figur wurden die Zähne nach den Bildern der Metallkorrosionen in Fig. 19 aus dem Lehrbuche und Atlas der Zahnheilkunde von Preiswerk (Lehmannscher Verlag 1908) eingezeichnet; ebenso wurden die Flächenprojektionen der Kieferhöhle des Nasenhöhlenbodens und des Septums (in gebrochenen Strichen) entsprechend eingetragen.

Das so gewonnene Übersichtsplatydiagramm gibt eine geordnete Nebeneinanderfolge aller Bilder, die dem Auge nacheinander erscheinen, wenn man entweder mit dem Auge den Kiefer umkreist oder den Kiefer vor dem betrachtenden Auge herumdreht. Der einzelne Zahn soll in Platydiagramm so dargestellt sein, wie er dem Auge bei Betrachtung von vorne her, das ist in radialer Richtung zum Kieferbogen, erscheint.

Da aber ein Objekt, auch wenn es durchsichtig ist, nie seine sämtlichen Details offenbart, wenn man es bloß von einer Seite besieht, so wäre eine ebenflächige Darstellung manchmal wenig instruktiv. Ein Zahn mit einer lingualen und bukkalen Wurzel (Fig. 6a) erschiene in radiärer Projektion scheinbar einwurzelig. Man ist daher manchmal gezwungen, dem Bilde Gewalt anzutun und Kronen und Wurzeln in verschiedenen Projektionen kombiniert zu zeichnen. (Etwa wie der ägyptische Künstler einem von vorne her gesehenen Rumpf einen Kopf in Seitenansicht aufsetzt und in diesen das Auge in Vorderansicht einzeichnet.)

Im allgemeinen wird jedoch, wie gesagt, das Bild in rein radiärer Projektion gezeichnet, was um so zulässiger ist, als ja Aufnahmen der Zähne in zwei aufeinander senkrecht stehenden Projektionsrichtungen, wie wir sie für andere Körperteile postulieren und durchführen, nur selten möglich sind und wir uns auf rein radiäre oder schräge Projektionen beschränken müssen. In Fig. 6a—d habe ich versucht, die Deckungsverhältnisse, die durch radiäre Projektionen entstehen, zu illustrieren. Die durchsichtig gedachten Zähne sind einmal von der Seite her (Figuren zur linken Hand), das andere Mal von vorne her dargestellt (Figuren zur rechten Hand). Wir sehen, wie in jeder Projektion andere Teile konturbildend, andere Teile in die Tiefe versenkt erscheinen.

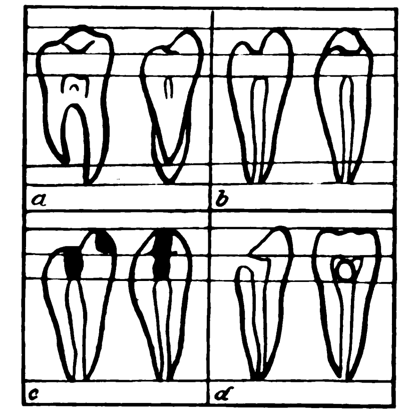


Fig. 6.

Fig. 6a: Schema eines dreihöckerigen, zweiwurzeligen Zahnes: in der radiären Projektion scheinbar zweihöckerig und einwurzelig.

Fig. 6b: Zweihöckeriger Zahn: in der radiären Projektion ist der kürzere Höcker vom längeren gedeckt.

Fig. 6c: Zweihöckeriger Zahn mit je einer Plombe im Sattel zwischen den Höckern und im größeren Höcker; in der radiären Projektion konfluieren die beiden Plomben miteinander und bilden ein scheinbares Ganzes.

Fig. 6d: Schema eines lingual trepanierten Zahnes. Die Trepanationsöffnung projiziert sich bei radiärer Projektion in die Kronenhöhle, der Defekt würde seine Seitenzugehörigkeit bloß auf der radiären Aufnahme erkennen lassen. Er liegt hier lingual; wäre er labial angelegt, so wäre das radiäre Bild das gleiche.

Das Platydiagramm hat aber nicht nur die topographisch-projektorischen, sondern möglichst alle wichtigen Verhältnisse des normalen und kranken Kiefers und der Zähne zu berücksichtigen.

ad. 2. a) Graphische Charakterisierung der normalen Verhältnisse.

Was man am einzelnen Zahne zu beachten und darzustellen hat, sei in Fig. 7 wiedergegeben.

1. Kronenemail: an sich röntgenologisch wenig wichtig, da der äußeren Inspektion zugänglich, daher selten gezeichnet; zu achten auf Resorptionsherde, die sich unter dem Email ausbreiten und außen nicht sichtbar sind.

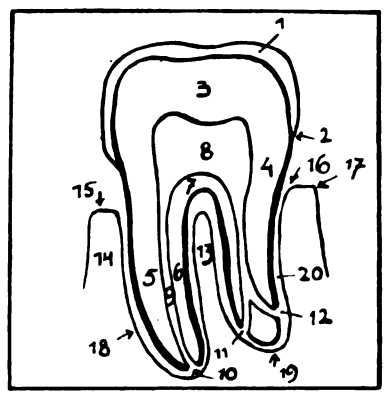


Fig. 7.

2. Unterer Schmelzrand.

3. Kronendentin.

4. Halsteil, reichend vom unteren Schmelzrande bis zum Limbus der normalen Alveole, bzw. bis zum Kamme des normalen Septums; zu achten auf Karies und Zahnstein.

5. 6. Wurzel, Dentin und Zement nicht differenzierbar; zu achten auf die Breite der Wurzel zu beiden Seiten des Wurzelkanales (wegen Resorption an der äußeren oder inneren Seite bei Karies, Druckatrophie an den Wurzeln von Milchzähnen durch die Kronen der durchbrechenden bleibenden Zähne usw.), Form der Spitze usw.

7. Wurzelbrücke, zugleich Boden der Pulpahöhle.

8. Kronenhöhle, zu achten auf Form und Größe der Höhle (Sekundärdentin, Dentikel).

9. Wurzelkanäle, zu achten auf Weite und Verlauf der Kanäle.

10. 11. 12. Foramen apicale, zu achten auf Breite (ob offen oder geschlossen) und die Mündung (an der Spitze oder seitenständig).

13. Septum interradiculare.

14. Septum alveolare.

15. Kamm des Septums.

16. 17. Limbus alveolaris.

18. Seitenwand der Alveole.

Septum und Alveole sind in der minutiösesten Weise auf resorptive und sklerosierende Veränderungen abzusuchen.

19. Spitzenalveole.

20. Periodontalraum, der vom Periodont eingenommene Raum zwischen Wurzeloberfläche und Alveolarkompakta; auf Breite genau zu achten.

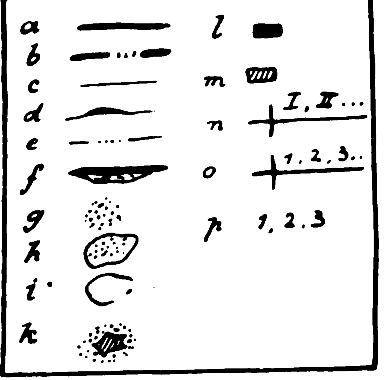


Fig. 8.

ad. 2b. Graphische Charakterisierung besonders der pathologischen Verhältnisse.

Fig. 8 gibt eine übersichtliche Zusammenstellung aller graphischen Symbole, die in der Diagnostographie zur Anwendung kommen.

a) Konturzeichnungen der Zahnoberfläche und der stärkeren Außenkompakten.

b) Destruierte Außenkompakta.

c) Konturzeichnungen der Zahninnenflächen (Begrenzung des Pulparaumes) und der zarten Innenkompakten der Alveolarwand und der natürlichen Kanäle (Canalis mandibularis und incisivus) und der natürlichen Hohlräume (Kiefer- u. Nasenhöhle).

d) Hyperostotische, sklerosierte Innenkompakten.

e) Destruierte Innenkompakten.

f) Verkalkte Apposition über Außenkompakten (Periostitis).

g) Unscharf begrenzte Resorptionsherde der Zähne und Kieferknochen.

h) scharf begrenzte Resorptionsherde der Zähne und der Kieferknochen.
i) Natürliche Hohlräume (nicht punktieren!).
k) Resorptionsherd mit Sequester.
l) Spezifisch schwere, besonders metallische Füll- und Ersatzmaterialien und Fremdkörper.
m) Spezifisch leichte Füll- und Ersatzmaterialien (z. B. Zement), ferner Zahnstein usw.
n) Milchzähne: römische Ziffer im Seitensymbol (——| ——).
o) Bleibende Zähne: arabische Ziffer im Seitensymbol (———|———). (Noch nicht durchgebrochenen oder retinierte Zähne werden, so weit sie im Kiefer liegen, schraffiert.)
p) Auf den Text verweisende Ziffern.

ad. 3. Verbale Interpretierung.

Wie man sieht, ist die Graphik sehr einfach und logisch aufgebaut. Sie ist es, die das Platydiagramm zum Diagnostogramm macht. Wer sich Mühe geben will, das Diagnostogramm zu lesen, für den ist eine verbale Interpretierung größtenteils überflüssig. Mit anderen Worten, im Platydiagramm steht so gut wie alles bildlich geschrieben, was man im Text sagen kann; man kann jederzeit ohne einen Blick auf die Originalbilder nach dem Diagnostogramm den Befund diktieren.

Illustrationsbeispiele.

Die im folgenden mitgeteilten Fälle sind der Kasuistik meiner Privatpraxis entnommen und haben alle Nachteile einer solchen, namentlich den Mangel klinischer Beobachtung. Doch das ist für unseren Zweck von minderer Wichtigkeit. Ferner wird die Dürftigkeit der Anamnesen auffallen. Dieser Mangel ist bei der Unverläßlichkeit der Anamnese von Zahnkranken von geringerer Bedeutung. Das Studium von Röntgenbildern soll überhaupt ohne Rücksicht auf die Anamnese objektiv geschehen. Mein Lehrer, der Dermatologe Kaposi, konnte in unheimliche Wut geraten, wenn wir einem uns zur Diagnose überwiesenen Patienten auch nur die Frage vorlegten: „Wie lange haben Sie das?" — — „Es steht alles auf der Haut geschrieben!" pflegte er zu sagen. Auch vom Röntgenbild gilt dasselbe.

Die wiedergegebenen Diagnostogramme und die verbale Erläuterung sind nicht etwa für die vorliegende Publikation auf Schönheit zurechtgemacht, sondern wurden fast genau in derselben Weise als alltägliche Befunde den zuweisenden Kollegen abgegeben.

Wo geringe Abweichungen zwischen dem Diagnostogramm und dem auf den Bildern Sichtbaren sich ergeben, ist zu berücksichtigen, daß die wiedergegebenen Bilder aus einer größeren Zahl (bis zehn und mehr) von Einzelaufnahmen, die ich von jedem Falle anfertige, zur Reproduktion ausgewählt sind. Das Diagnostogramm ist eben nicht die Transkription eines Einzelbildes, sondern ein Kombinationsschema aller vorliegenden Einzelaufnahmen zu einem Gesamtbilde. Darin erblicke ich einen der Hauptvorzüge der Methode.

Erläuterungen und Bemerkungen zur Kasuistik.

Diagnostogramm I (Fig. 9), zu Bild Ia, b, c auf Tafel XI.

Ungefähr 24jährige Frau. Vor zwei Monaten akute Schmerzen und Schwellung im Wurzelgebiete des 1/; auf Trepanation Besserung. Nach vierzehn Tagen Rezidiv; auf Wurzelbehandlung Besserung. Acht Tage später Exazerbation, die eine Inzision über der Wurzelspitze notwendig machte; Persistenz der Erscheinungen. Über das Schicksal der anderen Zähne kann Patientin, die ihre Zahnärzte wiederholt gewechselt hat, keine dezidierten Angaben machen.

1/ mit mesialer und distaler Kronenplombe 1), 2); die Trepanationsöffnung 3) führt in einen unregelmäßig erweiterten Wurzelkanal 4); die arrodierte Wurzelspitze ragt in einen Resorptionsherd, der eine deutliche Zweiteilung erkennen läßt: in einen periapikalen Resorptionsherd 5),



dessen Fundus noch teilweise erkennbar ist und in eine Fortsetzung desselben, einen langgestreckten, scharf begrenzten Resorptionskanal 6), der bis an den Boden der Nasenhöhle 7) reicht. Es liegt demnach eine Perforation eines Wurzelspitzenabszesses gegen den Nasenhöhlenboden vor.

Das Septum interradiculare zwischen 1/1 läßt deutlich die Sutur 8) und einen rudimentären Canalis incisivus 9) erkennen.

/2, 3 und 4 mit komplizierten Kronenplomben und Kronenhöhlenfüllungen; die Wurzelspitzen umgeben von je einem Resorptionsherde 11), 12), 13), die (besonders deutlich 13) Neigung zu sklerotischer Demarkation zeigen; der Resorptionsherd am /4 zeigt distal durch unscharfe Begrenzung Tendenz, gegen die Kieferhöhe 14) sich auszubreiten.

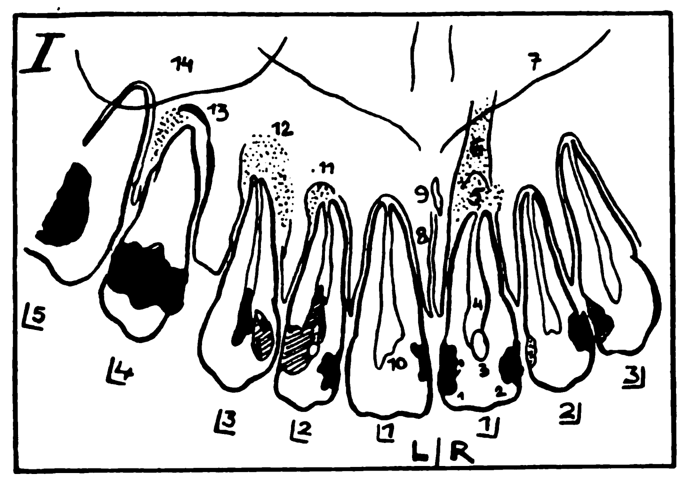


Fig. 9.

2, 3/ mit Kronenplomben; Wurzelgebiet röntgenologisch normal.

/1 mit mesialer Plombe und konsekutiver Obliteration des mesialen Hornes der Kronenhöhle 10) durch Bildung von Sekundärdentin.

Diagnostogramm II (Fig. 10) zu Bild II auf Tafel XI.

28jährige Frau. Seit fünf Jahren an linksseitigem Kieferhöhlenempyem leidend; die Kieferhöhle wurde bisher 15mal mit positivem Befunde punktiert, das letzte Mal am Vortage der Untersuchung.

/2 röntgenologisch normal.

/3 Krone fehlt; Kronenhöhle 1) erweitert (offenbar für Stift); die Alveole im ganzen normal, bloß an der Spitze Erweiterung des Periodontalraumes 2), zu erkennen an der Verbreiterung des Abstandes der anscheinend leicht verdichteten Alveolarwand und der Oberfläche der Wurzelspitze, wie bei chronisch-periodontitischer Schwellung oder wie beim Heraussteigen eines Zahnes aus der Alveole infolge fehlenden Gegendruckes seitens der Antagonisten. Die Spitzenalveole läßt keinerlei Usur erkennen und projiziert sich ebenso wie die der folgenden Zähne auf die Kieferhöhle 3), die gleich wie auf der rechten Seite (Bilder nicht reproduziert) abnorm groß ist und mesial bis fast an die Inzisiven heranreicht.

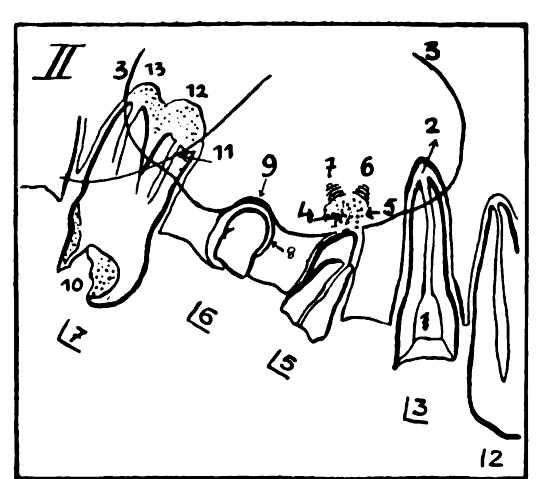


Fig. 10.

/4 fehlt, die Alveole normal involviert.

/5 Krone und Hals fehlen; die Wurzelreste umgeben von einem, der Kieferhöhle anliegenden Resorptionsherd 4), dessen Wand stellenweise defekt ist 5) (Perforation in die Kieferhöhle?), stellenweise reaktive Verdichtungen zeigt 6), 7).

/6 fehlt, bis auf (durch Resorption und Hyperzementose) abgerundete Wurzelreste, die sich durch sekundäre Restitution einer Alveole 8) und durch Sklerosierung des Bodens der Kieferhöhle 9) gegen letztere abgekapselt haben.

/7 Kronendefekt 10); die Wurzeln kräftig, sparrig auseinanderstehend; die mesialere Wurzel

zackig usuriert 11); beide Wurzeln gemeinsam umgeben von einem konfluierenden Resorptionsherde 12), 13), der der Kieferhöhle in großer Ausdehnung anliegt.

Das Empyem kann demnach seinen Ausgang genommen haben von einem apikalen Abszesse, bzw. einem Granulome über den Wurzelspitzen des /5 oder /7.

Durchleuchtung und postero-anteriore Aufnahme im Stehen[1]) und im Liegen ergeben keinen wesentlichen Unterschied in der Durchlässigkeit beider Kieferhälften. Die linke Kieferhöhle ist daher gegenwärtig frei von einem nennenswerten Erguß.

Diagnostogramm IIIa (Fig. 11) und Rekonstruktion IIIb (Fig. 12) zu Bild IIIa und b (intraorale Detailaufnahmen) auf Tafel XI und Bild IIIc und d (extraorale anteroposteriore und rein seitliche Übersichtsaufnahme) auf Tafel XII.

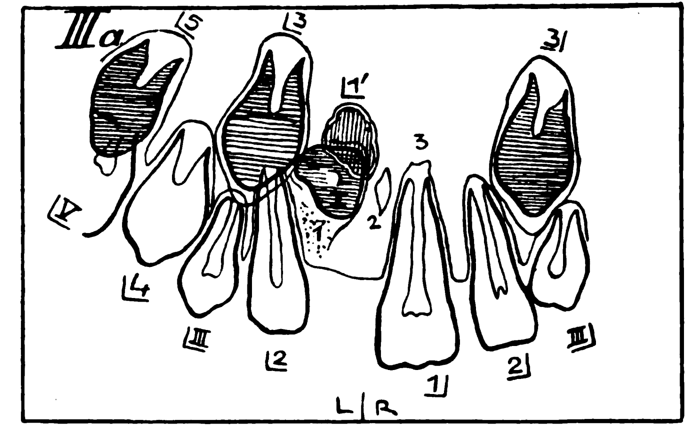


Fig. 11.

Knabe, $9\,{}^{3}/_{4}$ Jahre alt. Einziges Kind zahnnormaler Eltern. Der mittlere obere Milchschneidezahn soll angeblich kurz nach dem Durchbruche infolge eines Traumas verloren gegangen sein.

Das Gebiet ist im ganzen normal, bis auf den /1, der folgende Verhältnisse zeigt:

a) Deformation und vermehrte Achsenkrümmung;

b) Persistenz der Krone am „provisorischen Orte“ mit Bildung einer Vorwölbung am Gaumen und Durchbruch der Spitze an der vorderen Wand des Processus alveolaris, etwa ${}^{3}/_{4}$ cm von der Mittellinie nach links, wo sie oberhalb des Fornix zu palpieren ist.

Hinter und über der Krone des halbretinierten /1 liegt ein deutlich abgekapseltes Zahnrudiment /1, welches wohl einem abgesprengten Teile der Keimanlage des /1 seine Entstehung verdankt.

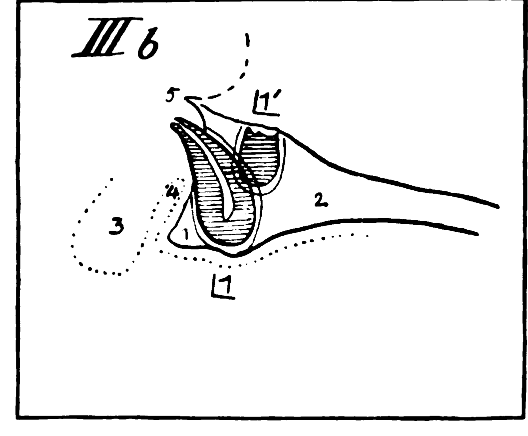


Fig. 12.

Zur Ergänzung des Diagnostogramms dient der schematische Radialschnitt durch den Processus alveolaris 1), durch den harten Gaumen 2) und die Lippe mitsamt dem Fornix 4) im Bereiche der retinierten /1 und /1.

Beachtenswert ist die Resorption des Processus alveolaris, an der für die normale Alveole vorbestimmten Stelle 1) distal vom Foramen incisivum 2).

Faßt man die pathologischen Verhältnisse des Falles zusammen, so ergeben sich folgende Anomalien:

1. Durchbruch der Wurzel und Retention der Krone eines Zahnes.
2. Verbildung desselben: Kolbenform und Achsenkrümmung.

---

[1]) Ich untersuche die Kieferhöhle prinzipiell im Stehen oder Sitzen des Patienten, also bei vertikaler Haltung des Kopfes und nicht, wie es sonst geschieht, in der Weise, daß Patient mit dem Gesichte nach abwärts liegt. In letzterem Falle ergießt sich das Empyem, wenn nicht die ganze Kieferhöhle ausgefüllt ist, in mehr oder weniger flacher Schicht auf die vordere breite Wand der Kieferhöhle und kommt relativer wenig zum Ausdruck. Bei vertikaler Haltung dagegen sammelt sich die, wenn auch geringe Flüssigkeitsmenge an der tiefsten Partie, auf dem schmalen Boden der Kieferhöhle an und erzeugt ein horizontales Niveau, welches sich von der darüberstehenden Luft deutlich abhebt.

3. Vorhandensein eines benachbarten rudimentären Zahnteiles.

4. Frustrane Alveolenbildung.

Es findet sich demnach Störung der Keimentwicklung (Keimspaltung) und eine Störung der Korrelation zwischen Zahn- und Kieferwachstum beim Durchbruch.

Ich habe auf dieses Verhalten in mehreren Vorträgen, zum ersten Male auf der Versammlung des Zentralverbandes der österreichischen Stomatologen in Graz am 12. Dezember 1911 aufmerksam gemacht und folgende Thesen aufgestellt:

1. Verspäteter Durchbruch und Retention von Zähnen ist entgegen der bisherigen Annahme selten oder vielleicht nie Ausdruck einer reinen Raumbeengung.

2. Die Zahnretention ist bedingt durch eine Anomalie der Zahnkeimentwicklung und dadurch bedingte Störung in der Korrelation zwischen dem Wachstum des Kiefers und der Zähne.

3. Mit der Zahnretention gleich zu setzen sind andere Anomalien, die auf Entwicklungsstörungen der Zahnanlagen beruhen, wie Keimspaltung, Keimhypoplasie, Keimaplasie, die Heteroplasie und Heterotopie von Zähnen, die Bildung von Follikulärzysten und Teratomen usw.

4. Der hauptsächlichste Beweis für die aufgestellte Behauptung liegt darin, daß die Retention eines Zahnes sich auffallend häufig kombiniert mit Bildungs- oder Wachstumsanomalien eines oder mehrerer anderer Zahngebilde und daß diese Anomalien in einer großen Zahl von Fällen der Heredität unterliegen.

Beim /1 sei ferner auf ein diagnostisch interessantes anatomisches Detail aufmerksam gemacht: die Spitzenalveole dieses Zahnes 3) ist unvollständig und unregelmäßig begrenzt. Diese Morphe ist nicht etwa eine Entwicklungserscheinung, sie wird nicht nur über Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und weitem Foramen apicale beobachtet, wie hier, sondern auch bei Erwachsenen, und zwar fast ausschließlich beim 1/1.

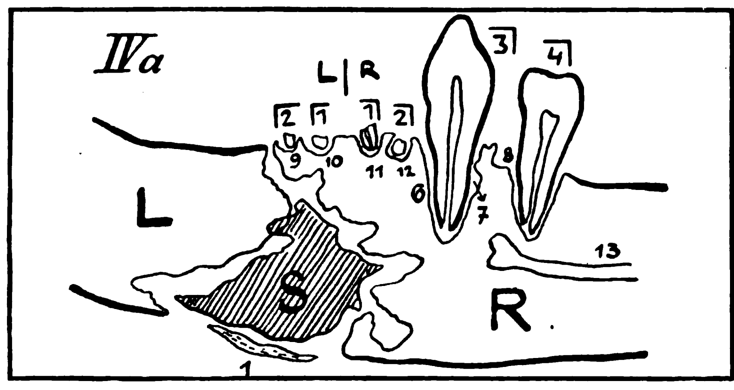


Fig. 13.

Auch beim Erwachsenen ist die Spitzenalveole dieser Zähne nicht abgeschlossen, sondern durchbrochen und unregelmäßig geformt. Die Kenntnis dieser Struktur, die ich als physiologische Adelomorphie bezeichnen möchte, ist von praktischer Wichtigkeit, weil durch sie zarte Resorptionsherde vorgetäuscht werden können.

Diagnostogramm IVa (Fig. 13) und Skizze IVb (Fig. 14) zu Bild IV a, b und c Tafel XI und Bild IV c und d auf Tafel XII.

56jähriger Mann. Vor zwei Monaten akute osteomyelitische Erscheinungen mit mehrfacher Fistelbildung am linken Unterkinn, die noch jetzt bestehen, ebenso wie eine starke Schwellung der Weichteile des Kinnes und teilweise des linken Unterkiefers. Die Erscheinungen sollen angeblich nach Extraktion einer Wurzel entstanden sein.

Tafel XI, Bild IVa: Intraorale Aufnahme. Kantenprojektion des Kinnes von unten her auf den in der Bißebene liegenden Film.

Tafel XII, Bild IVd: Typische schräge dextro-sinistrale Projektion, die die Unterkieferhälften aufeinander projiziert.

Tafel XII, Bild IVe: Extraorale rein seitliche Projektion. Die Unterkieferhälften auseinander projiziert.

Tafel XI, Bild IV b: Kantenprojektion des Sequesters in analoger Stellung wie auf Tafel XI, Bild IV a.

Tafel XI, Bild IV c: Flächenprojektion des Sequesters in analoger Stellung wie auf Tafel XII, Bild IV d.

Fig. 13: Platydiagramm des Falles: Aufklappung beider Unterkieferhälften und des eingeschlossenen Sequesters in eine Ebene.

Fig. 14: Vereinfachte Konturzeichnung zur Kantenaufnahme Tafel XI, Bild V a.

R, L die mutilierten medialen Enden des rechten und linken horizontalen Unterkieferastes.

S Sequester mit mehreren großen Resorptionsherden.

1—3 ein Teil der die Knochenlade bildenden periostalen Auflagerungen.

4—5 periostale Auflagerungen auf den sequestrierten Kinnteil.

6—8 pyorrhoische Destruktion der Alveole des 3, 4/.

9—12 flache Randmulden, in Elimination begriffene Wurzelreste des 1, 2/1, 2 beherbergend.

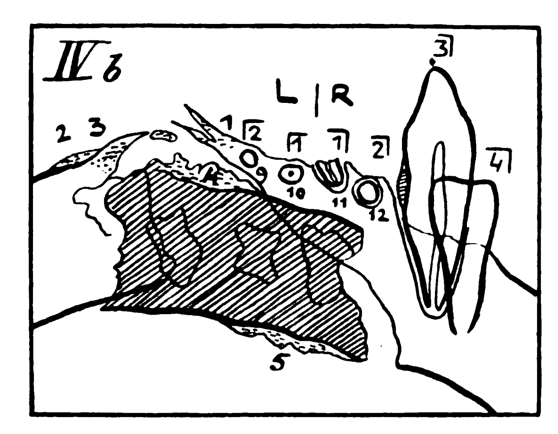


Fig. 14.

13 linker Canalis mendibularis, normal.

Es handelt sich demnach um wahrscheinlich odontogene, akute, osteomyelitische Sequestration eines chronisch erkrankten (periostale Auflagerung!), sequestrierten Kinnteiles mit Bildung einer neuen diskontinuierlichen Knochenlade.

Die Operation bestätigte die Diagnose und förderte den abgebildeten Sequester zutage, der vollständig gelöst in seiner Lage lag.

Diagnostogramm V (Fig. 15) zu Bild V a—d auf Tafel XI.

19jähriges Mädchen. Vor 10—14 Tagen erkrankte Patientin mit Schmerzhaftigkeit ohne Schwellung in der Gegend des 2/. Der Zahn war bei Berührung und Perkussion empfindlich. Trepanation und schmerzlose Extraktion einer nicht mehr intakten Pulpa. Tags darauf Auftreten von ausgedehnter Schwellung und Schmerzhaftigkeit. Ein zweiter Zahnarzt, an den sich die Patientin am dritten Tage wandte, soll den Versuch einer Trepanation am /1 gemacht, aber die Kronenhöhle nicht erreicht und einen falschen Weg verursacht haben. Am fünften Tage übernahm der erste Kollege wieder die Behandlung und fand nicht mehr eine zirkumskripte, sondern eine diffuse Schwellung über dem Wurzelgebiete aller vier Inzisiven und bei Druck über den 1 und 2/ trat seröser Eiter aus.

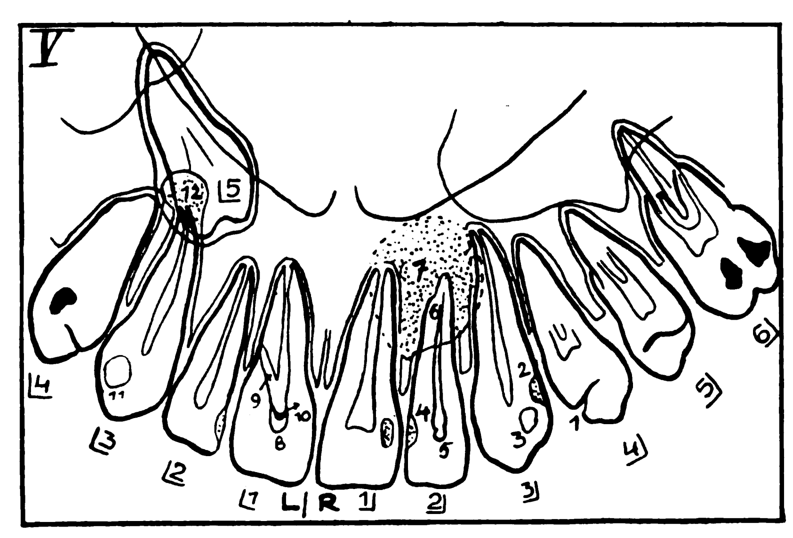


Fig. 15.

6, 5, 4/ bis auf Kronenplomben und Kronendefekte 1) röntgenologisch normal.



3/ mit distaler Karies 2), daneben ein flacher Defekt (Facette) 3). Mesiale alveole durch den benachbarten Resorptionsherd anscheinend leicht usuriert.

2/ mit mesialer Karies 4) und Trepanationsöffnung 5); der größte Teil der Wurzel deutlich usuriert 6), von einem großen, kugeligen unscharf begrenzten Resorptionsherde 7) umgeben, der sich teilweise auf das Wurzelgebiet des Nachbarzahnes ausdehnt. Ihre Alveole anscheinend teilweise usuriert.

/1 Trepanation 8) nicht sicher mit der Kronenhöhle kommunizierend und sich fortsetzend in einem Gang 9), der anscheinend an der dorsalen Fläche des Halses blind endet (in der Skizze seitlich gezeichnet); am Boden der Trepanationsöffnung etwas Plombenmaterial 10). Die Alveole anscheinend normal.

/2 bis auf mesiale Karies röntgenologisch normal.

/3 mit Bißfacette 11) an der Krone. Die Wurzel umgeben von einem Hohlraume 12), der anscheinend im Kieferknochen und nicht in der Krone des retinierten /4 liegt, da die Aufhellung nicht in allen Projektionsrichtungen an den retinierten Zahn gebunden ist.

Es dürfte sich um eine Zyste handeln, die aus dem Perikoronarraume des retinierten Zahnes hervorgegangen ist und verursacht wurde durch die Reizung, die durch den Kontakt zwischen der Wurzelspitze des normalen und der Krone des retinierten Zahnes hervorgerufen wurde.

Der retinierte Zahn liegt mit seiner Krone im Wurzelbereiche des /3 und 4, die Längsachse parallel zum Nasenhöhlenboden, die Spitze der Kieferhöhle angelagert.

/5 bis auf eine kleine Kronenplombe röntgenologisch normal.

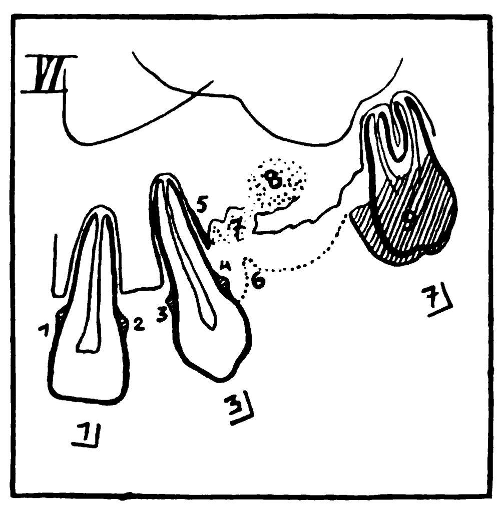


Fig 16.

Diagnostogramm VI (Fig. 16) zu Bild VI auf Tafel XI.

50jähriger Mann. Chronische sezernierende Fistel an der Alveolarmündung des fehlenden 4/. Stark vernachlässigter Mund.

1/ röntgenologisch normal bis auf Zahnsteinablagerung am Halse 1), 2).

2/ fehlt, Alveole normal involviert.

3/ normal, bis auf Zahnsteinablagerung 3), 4) und reaktive Sklerosierung der distalen Alveolarwand 5), vom Limbus ausgehend (benachbarter Resorptionsherd!).

4—6/ fehlen. Im Bereiche des fehlenden 4/ ist die Spitzenalveole normal involviert, dagegen ist der Limbus oberhalb der Gingivalfistel 6) in einen unregelmäßigen, scharf begrenzten Resorptionsherd 7) umgewandelt, der anscheinend kommuniziert mit einem kugeligen, allseits geschlossenen Resorptionsherde 8) im Processus alveolaris des fehlenden 5 und 6/. In der gleichen Ausdehnung ist auch der Processus alveolaris rauhzackig gerandet, eine Erscheinung, die man häufig an Kieferteilen sieht, die der Sitz chronischer Entzündung sind.

7/ an sich normal, die Krone mit einer Zahnsteinkappe 9) bedeckt.

Der Fall gehört in ein Kapitel der Zahnpathologie, das ich mit dem Ausdrucke inkludierter Wurzelspitzenabszeß überschreiben möchte. Die Genese ist wohl folgende: Wird ein Zahn wegen eines chronischen Abszesses extrahiert, so liegt ein Hohlraum im Knochen vor, der am Fundus mit einer pyogenetischen Membran, an der Mündung mit freigelegtem normalem Periodont ausgekleidet ist. Es ist natürlich, und man muß sich nur wundern, daß es nicht häufiger geschieht, daß der Alveolarkanal vom gesunden Periodont früher mit Granulationen ausgefüllt wird, als die Abszeßhöhle, in der die Eiterung bestehen bleibt und sich ein Ausweg nach außen sucht, entweder in loco (palatinal oder bukkal) oder an entfernten Orten,

z. B. durch die pathologische Alveole eines Nachbarzahnes. Ein zolcher Fall scheint hier vorzuliegen.

Zweck des Verfahrens.

Der Zahnarzt verteidigt jeden Millimeter Boden seines Operationsfeldes und die Zahnröntgenologie sollte ihm die Beschaffenheit des Terrains mit derselben, auf den Millimeter sich erstreckenden Genauigkeit rekognoszieren. Und da dies möglich ist, ist es auch Pflicht.

Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Herstellung eines Odontoröntgenogrammes viel leichter zu erlernen ist, als die Deutung eines solchen. Selbst der noch so Geübte muß sich zur genauen Analyse eines mittelschweren Einzelfalles $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in das Studium der Bilder versenken. Dabei macht man sich die Verhältnisse am besten klar, wenn man versucht, das Gesehene aufzuzeichnen. Man ist erstaunt, wieviel Details beim Zeichnen zum Vorschein kommen, die bei bloßer Betrachtung des Bildes der Aufmerksamkeit entgehen. Nur auf dem Wege des Zeichnens mit Zuhilfenahme der Lupe ist man imstande, eine erschöpfende Auflösung des Falles zu gewinnen, die Bilder diagnostisch und therapeutisch auszunützen.

Man kann beim zahnärztlichen Praktiker im allgemeinen nicht immer voraussetzen, daß er die Kenntnisse, die Zeit und die Geduld hat, das Bild in der Weise zu studieren, wie er es für das richtige therapeutische Vorgehen nötig hat, wie es z. B. ein Röntgenologe tut, für den die Herstellung und Deutung der Röntgenbilder Selbstzweck ist. Es ist daher die Pflicht des letzteren, für den zahnärztlichen Praktiker das Studium der Bilder zu übernehmen und ihm das Resultat in leicht verständlicher Weise zu übermitteln. Es ist der Sache besser gedient, wenn der zahnärztliche Praktiker vom Zahnröntgenologen in zweckdienlicher Weise bevormundet wird, als wenn — wie es so häufig geschieht — das Bild weder vom Hersteller, noch vom Verbraucher (Zahnarzt) gründlich analysiert wird. Fertigt sich der Zahnarzt seine Röntgenbilder selbst an, so erwächst im natürlich die Pflicht, die Bilder auch zu studieren. Er wird dann auch lernen, zur graphischen Darstellung zu greifen, soferne ihm an einem erschöpfenden Studium des Falles liegt und soferne ihm ein einfaches graphisches Verfahren zur Verfügung steht. Denn es sei nochmals wiederholt, daß selbst dem geübten Betrachter oft wichtige Details im Bilde entgehen, wenn er nicht mit dem Bleistift in der Hand Millimeter für Millimeter des Bildes graphisch wiederzugeben sich bemüht.

Wer keine Möglichkeit, keine Geduld oder Zeit hat, sich dem Studium der so detailreichen Röntgenbilder in erschöpfender Weise zu widmen, kommt leicht zur Meinung, daß die zahnärztliche Röntgenologie eine wenig ausgiebige oder gar eine irreführende Methode ist. Es ist auch Tatsache, daß der Ungeübte und der überstürzt Urteilende aus den Röntgenbildern nur unvollkommene oder irreführende Diagnosen gewinnt.

Die Diagnostographie ist das über der Diagnose wachende Gewissen des Röntgenologen. Nur was man zeichnen kann, sieht man, nur was man sieht, darf man sagen!

Auspizien der Methode.

Die graphische Darstellungsweise zahnröntgenologischer Befunde, die ich heute einer breiteren Öffentlichkeit vorlege, darf für sich den Namen einer bereits erprobten Methode in Anspruch nehmen. Sie ist in der Praxis für die Praxis ausgearbeitet und von Praktikern angenommen worden. Seit meinem ersten Versuche auf diesem Gebiete liegen fünf Jahre zurück, die Zwischenzeit füllt Durchführung und Vervollkommnung an über 1000 Fällen aus. Die Ausarbeitung geschah sozusagen unter den Augen von etwa 100 Kollegen, von denen ich die Fälle zur Untersuchung und Begutachtung zugewiesen bekam. Die größte Mehrzahl dieser Kollegen wird, wie ich weiß, diese Art der Begutachtung nicht mehr entbehren können und wollen. Wiederholt wurde mir von Kollegen geäußert, daß sie nur mit Hilfe der interpretierten graphischen Darstellung imstande sind, die dargestellten Details auf den Original-

bildern aufzufinden. Besonders bewährt haben sich die Skizzen als bequeme Vorlage während der Operation. Nicht minder geeignet ist die Methode zum Skizzieren von Befunden in wissenschaftliche Protokolle, wie dies im Wiener zahnärztlichen Universitätsinstitut durch einen Schüler von mir, cand. med. Fritz Pordes, geschieht. Andere meiner Schüler haben die Methode sporadisch in die weite Welt hinausgetragen. Möge sie jetzt durch die mit Bedacht bis zur Reife verzögerte Publikation eine allgemeine Prüfung und Annahme erfahren.

Diagnostographische Schablonen.

Gegen die Verallgemeinbarkeit der Methode spricht dem Scheine nach die Schwierigkeit, daß nicht jedermann genug zeichnerisch geschult ist, um eine so komplizierte Skizze wie ein Diagnostogramm ausführen zu können. Aber aus vielfacher Erfahrung bei meinen Schülern weiß ich, daß es selbst dem schlechtesten Zeichner nach wenigen Übungen gelingt, dieser Schwierigkeit Herr zu werden und eine technisch zureichende Skizze selbst anzufertigen.

Unheilbar Unbegabten, wenn es solche geben sollte, leisten nach Fig. 5 angefertigte Schablonen[1]), die man nach Art von Faulenzern verwendet, gute Dienste. Man überträgt mit Hilfe der unterlegten Schablonen auf ein halbdurchsichtiges Zeichenpapier, wie es die Techniker benutzen, mit Bleistift die allgemeinen Form- und Größenverhältnisse des Kiefers und Gebisses und setzt dann aus freier Hand die individuellen Details ein. Auch während des Entwurfes kann man mit Hilfe der Schablone individualisieren: haben z. B. zwei Zähne zueinander eine pathologische Lage, so wird der Faulenzer nach dem Durchzeichnen des einen Zahnes entsprechend gedreht, bis die vorhandene pathologische Lage des Nachbarzahnes herauskommt; soll ein retinierter Eckzahn eingezeichnet werden, so wird zuerst das Übersichtsbild entworfen und darauf der retinierte Zahn in entsprechende Lage znr definitiven Skizze gebracht und eingezeichnet usw.

Das Reinzeichnen, wenn ein solches erforderlich ist, geschieht am besten mit Tusche. Von der Tuschzeichnung auf durchsichtigem Skizzenpapier lassen sich auf Bromsilberpapier Abzüge kopieren.

Nachtrag zu meiner Arbeit: Über einen Fall von **Echinococcus hydatitosus der Leber** durch Röntgenuntersuchung erkannt.

(Band 21 dieser Zeitschrift, Seite 77.)

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck,** Wien.

Hierzu Tafel XIII, Fig. a und b.

Durch die Publikation des Verfassers angeregt, beschäftigten sich die behandelnden Ärzte eingehend mit der Patientin und akzeptierten meine Diagnose. Überdies wurden die Magenbeschwerden zuletzt stärker. Die Familie der Patientin entschloß sich nun zu der angeratenen Operation.

Operation:

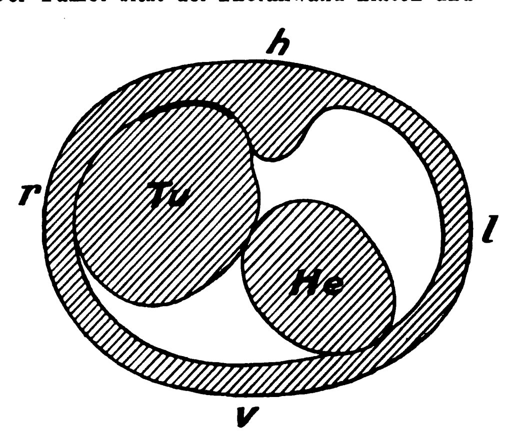
Die Operation wurde im Sanatorium „Hera" am 31./III. 1914 von Professor Dr. **O. Föderl** unter Assistenz von Dr. Irtl und bei Anwesenheit des Verfassers vorgenommen.

---

[1]) Odontodiagnostographische Schablonen sind durch die Firma „M. E. W.", Mechanisch-elektrische Werkstätte, Wien IX., Elisabethpromenade 39 und die Veifa-Werke in Wien (IX, Alserstraße 23) um den Preis von K. 5.— zu beziehen. Das Format der Schablonen (je eine für Ober- oder Unterkiefer) ist ungefähr das Doppelte des vorliegenden, so daß die Einzelheiten bequem eingezeichnet werden können.

Bei linker Seitenlage wird in der rechten Seite ein langer, die Rippen unter spitzem Winkel kreuzender Schnitt gemacht, und zunächst die 10. und 9. Rippe reseziert.

Man stößt auf einen großen, harten, glatten Tumor. Es wird eine Inzision gemacht, und ein kleines Stück exzidiert, es scheint sich um ein Fibrolipom zu handeln. (Mikroskopischer Befund unten angegeben.) Der Überzug des Tumors erweist sich als Pleura, doch ist an der inzidierten Stelle keine weitere Ablösung möglich, es wird daher die Pleura hier wieder vernäht. Nun wird die achte Rippe reseziert und der Tumor an einer zweiten Stelle (etwas weiter vorne und unten) eingeschnitten; hier läßt sich der Überzug vom Tumor loslösen. Der Tumor kann nun zuerst von unten her — wo er dem normal gelegenen Zwerchfell aufliegt — dann auch von vorne und schließlich von oben umgriffen werden. Die rechte Lunge hat sich medialwärts zusammengezogen. Der Tumor sitzt der Thoraxwand hinten und seitlich breit auf. Er wird nun von seiner Basis im Intervertebralloch VII abgetrennt. Die 8. und 9. Rippe sind hinten durch den angelagerten Tumor eigentümlich deformiert, auseinandergedrängt und abgeplattet, so daß sie die Basis der Geschwulst schalenartig umgreifen. Die Blutung ist nur einmal, und zwar aus einem Intervertebralloch stärker, kann aber rasch gestillt werden. In die Wunde werden Gazestreifen und Drainrohre eingebracht. Die Pleura wird vernäht, ebenso die Muskulatur, die Hautwunde wird bis auf 2 cm Länge vernäht.



Figur 1. Konstruktion des gedachten Thoraxquerschnittes in mittlerer Höhe des Tumors. *h* hinten, *v* vorne, *r* rechts, *l* links. *He* Herz, *Tu* Tumor. Die dicke Linie zwischen Tumor und hinterer Thoraxwand stellt die schalenförmig deformierten Rippen dar.

Es ist ein kindskopfgroßer, beiläufig eiförmiger, nur hie und da etwas unebener Tumor; er wiegt 1 Kilo 10 Deka.

Die mikroskopische Untersuchung einiger Teile desselben (Professor Störk) ergibt, daß es sich um ein Fibrom handelt mit zahlreichen Ganglienzellen. Sarkomzellen werden nicht gefunden.

Die Lage des Tumors, entsprechend dem operativen Befund, ist durch Textfigur 1 illustriert.

Die Operation ergab also, daß zwar tatsächlich ein großer **Tumor** vorhanden war, daß er aber **nicht subphrenisch, sondern intrathorakal, und zwar retropleural** lag und daß es **nicht ein Echinococcus, sondern ein Fibrom** war.

Verlauf:

In den ersten zwei Tagen nach der Operation stieg die Abendtemperatur auf 37.5°, auch war die Herzaktion arythmisch, die Sekretion aus der Wundhöhle war stark. Später wurde aber die Sekretion allmählich geringer und die rechte Lunge dehnte sich immer mehr aus, mit Ausnahme des Unterlappens, welcher wahrscheinlich an sich zu klein war.

21./IV. 14: Patientin geht im Garten spazieren, Appetit sehr gut. Die Magenbeschwerden haben seit der Operation aufgehört.

9./V. 14: Patientin erscheint zur Nachuntersuchung im Institut; sie sieht gut aus, die Wunde ist bis auf die Fistelöffnung verheilt. Keine Magenbeschwerden.

Durchleuchtungsbefund. Normalstellung: Auf der rechten Seite ist noch immer ein ähnliches Schattenfeld wie früher vorhanden, aber bedeutend heller. Der obere Kontur ist wellig und bewegt sich auch bei tiefer Atmung gar nicht. Das Herz hat seine Lage kaum verändert. Radiogramm **Tafel XIII, Figur b.** Ebenso erstreckt sich der Magen noch immer weit abwärts und der Pylorus ist wie früher in der Medianlinie gelegen.

Bei Durchleuchtung von vorne nach rückwärts hat der Schatten eine andere Form, und bei dieser Stellung ist auch der obere Leberkontur (Zwerchfell) zu sehen, und zwar an normaler Stelle mit guter respiratorischer Bewegung.

Der Schatten in der Tumorgegend stammt wohl von restierendem Exsudat und Granulationsgewebe.

22./V. 14: Patientin wird vom Verfasser und Professor Föderl in der k. k. Gesellschaft der Ärzte von Wien demonstriert (Wiener Klinische Wochenschrift 1914, S. 774). Sie sieht gut aus und fühlt sich wohl, die Fistel ist geschlossen.

Seitenaufnahme vor der Operation.

Nachträglich konnte eine weitere Röntgenaufnahme, und zwar eine Seitenaufnahme, die



ich drei Tage vor der Operation behufs besserer Lokalisierung der Tumormasse anfertigte, aber zunächst nicht verstand, richtig gedeutet werden.

28./III. 14: Seitenaufnahme der Kranken, sie liegt am Untersuchungstisch in rechter Seitenlage, die Arme werden zum Kopf erhoben; Röhre über dem Tisch (Strahlenrichtung von der linken zur rechten Seite der Patientin); tiefes Inspirium. Radiogramm **Tafel XIII, Figur a** und Textfigur 2.

Im Thoraxraum liegt eine homogene dichte Masse mit einer Konvexität und entsprechenden scharfen bogigen Begrenzung vorne, hinten unten scheint sie dem Zwerchfell anzuliegen; vorn ist das Zwerchfell „frei" i. e. von Lunge bedeckt; hinten läßt die Masse keinen Kontur erkennen. Das Herz ist fast unsichtbar (weit von der Platte entfernt!). Die 8. und 9. Rippe erscheinen in ihren hinteren Teilen verbreitert und undeutlich, die entsprechenden zwei Intervertebrallöcher sind stark verengt.

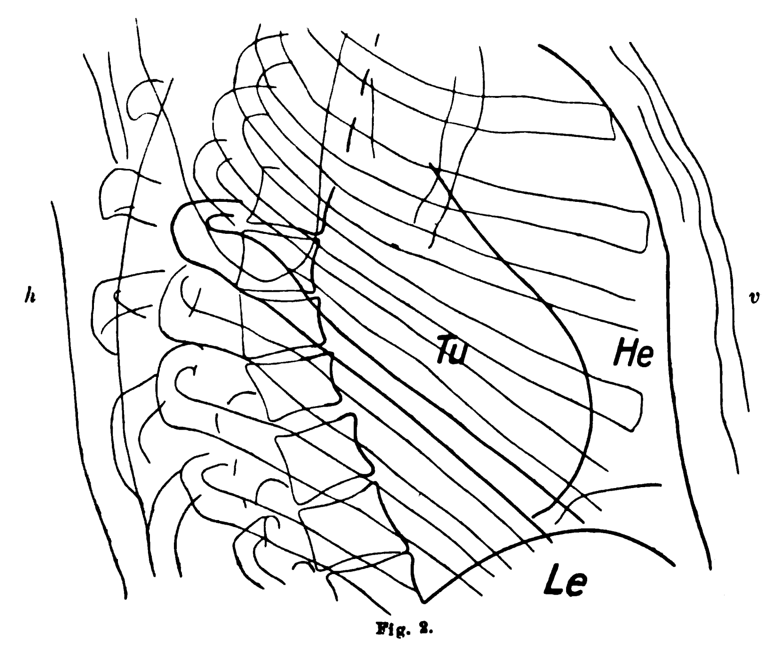


Fig. 2.

Figur 2. Pause nach der Seitenaufnahme (Radiogramm Tafel XIII, Figur a). Man erkennt die gebogene Wirbelsäule, die Rippen der rechten Seite (die 8. ist samt ihrer Defornation mit dicken Strichen gezeichnet), den Tumor *Tu* und die Leber *Le*. Der Herzschatten *He* ist ganz undeutlich. Endlich sind der rechte und linke Rückenkontur, die beiden Schulterblätter und der hintere Teil der linken Rippen gezeichnet. Auch die beiden Hauptbronchien sind zum Teil sichtbar.

So ergibt also nachträglich ein genaues Studium der Seitenaufnahme den tatsächlichen Sitz des Tumors: intrathorazisch, supradiaphragmal. Denn es ist im Bild der Schatten eines großen Tumors vorhanden, welcher offenbar der rechten hinteren Brustwand breit aufsitzt, sich weit nach vorne vorwölbt und unten an das — normal liegende — Zwerchfell anstößt. Die scharfe Konturierung vorne und der beträchtliche Abstand von der vorderen Brustwand lehren, daß es sich hier kaum um das Herz handeln könne — wie bei der ersten Besichtigung der Platte angenommen worden war. Die Natur der Geschwulst könnte freilich auch auf Grund der neuerlichen Röntgenuntersuchung nicht ermittelt werden.

Bei dieser Gelegenheit sei auf den Fall hingewiesen, welcher von F. Kraus in der Berliner medizinischen Gesellschaft demonstriert wurde. (F. Munk bildete in seiner Röntgendiagnostik [G. Thieme, Leipzig 1914] auf Seite 143 das Röntgenbild des Thorax ab.) Es handelt sich um einen Leber-Echinococcus, welcher in das Mediastinum durchgebrochen war. Nun zeigte sich im Röntgenbild eine Echinococcusblase im Retrokardialraum. Es ist dies ein Beispiel von einer Echinococcenblase mit ähnlichem Sitze wie beim Tumor in unserem Falle.

Bemerkungen.

Große Fibrome in dieser Region sind äußerst selten. Nach dem bei der Operation ermittelten Sitz des Tumors, mit einem Fortsatz in ein Intervertebralloch und nach dem mikroskopischen Befund mit Gehalt an Ganglienzellen ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Intervertebralganglion den Ausgangspunkt darstellt. Die schiefe Haltung, die bei der Patientin seit dem 10. Lebensjahr bemerkt wurde, die Deformation der Wirbelsäule (vermehrte Dorsalkyphose), des Thorax, speziell der 8. und 9. Rippe rechts mit Asymmetrie des Rippenbogens, hängen wohl mit der Bildung des engbenachbarten Tumors zusammen; die

Röntgenuntersuchung, und zwar das Seitenbild läßt — nachträglich — diesbezügliche Skelettanomalien erkennen. Derartige Befunde könnten in künftigen Fällen von intrathorazischen Tumoren die Differentialdiagnose erleichtern.

Die Magenbeschwerden, an denen die Kranke so viele Jahre litt, waren wohl durch Druck des Tumors auf das Zwerchfell, die Leber, das Pancreas und den Magen hervorgerufen; die respiratorischen Bewegungen des Zwerchfelles rechts, die entsprechenden normalen Gleit- und Rollbewegungen der Leber und anderen Organe waren sehr behindert, zum Teil ganz aufgehoben. Nach der Operation traten Magenbeschwerden nicht mehr auf, die respiratorischen Bewegungen der Organe auf der rechten Seite erfolgten nun, wie die Durchleuchtung zeigte, tatsächlich in normalem Ausmaße.

Die Entwicklungshemmung des ganzen Individuums wurde wahrscheinlich durch den Tumor erzeugt, wobei wir allerdings den näheren Mechanismus (innere Sekretion, Reflexwirkung?) nicht kennen; der Beginn der Beschwerden in der rechten Seite und der „Wachstumsstillstand", bezw. die Wachstumshemmung datieren aus derselben Zeit. Doch wäre es möglich, daß die allgemeine Hypoplasie einen andere Basis hatte und daß diese auch eine Prädisposition zur Bildung der Geschwulst gab.

P. H. Eijkman †.

Eijkman wurde am 9. Juli 1862 in Zaandam als jüngstes von neun Kindern eines Schullehrers geboren. Er studierte von 1880 bis 1887 in Amsterdam und war 1888 bis 1895 als praktischer Arzt tätig. In Scheveningen gründete er eine Anstalt für physikalische Therapie. In den letzten Jahren seines Lebens war er sehr eifrig für die Verwirklichung seines Ideals: „Gründung einer Stiftung für Internationalismus" tätig. Mit Erfolg befaßte er sich auch mit Kraniologie. Ein von ihm angegebenes kraniologisches System brachte ihm die Ernennung zum korrespondierenden Mitglied der Münchener Antropologischen Gesellschaft ein. Anläßlich des 300jährigen Stiftungsfestes der Groninger Universität 1914 sollte seine Promotion zum Dr. med. honoris causa stattfinden. Die Mitteilung dieser Auszeichnung hat ihn noch bei Lebzeiten erreicht, dagegen hat er die Feier der Promotion nicht mehr erleben können. Ein Herzleiden, dessen Anzeichen sich vor etwa 2 Jahren zuerst einstellten, machte am 2. Mai 1914 seinem tätigen Leben ein vorzeitiges Ende. — Auf dem Gebiete der Röntgenologie ist Eijkman ein außerordentlich tätiger Forscher gewesen. Als einer der Ersten hat er die Röntgenstrahlen in den Dienst oberflächlicher Geschwülste (Karzinom) gestellt. Ferner sind seine röntgenologischen Aufnahmen über die Schluckbewegung und die Arbeiten über den Symphanator in weiten Kreisen bekannt geworden. — Im folgenden mögen die Hauptwerke von Eijkman aufgezählt werden:

Krebs und Röntgenstrahlen.
Bewegungsphotographie mittels Röntgenstrahlen.
Reparatur der Röntgenröhre.
Solarisation durch Röntgenstrahlen.
Der Processus styloideus.
Ein Fall von Kniegelenksankylose.
Die Bewegung der Halsorgane.
Der Schlingakt, dargestellt nach Bewegungsphotographien mittels Röntgenstrahlen.
Radiographie des Kehlkopfes.
Die Bewegung der Halsorgane bei Kopfbeugen, Anstrengen, Bauchpressen und Glottischließen.
Bewegungsphotographie.
Über Resultate von Untersuchungen über Bewegungsphotographie mit Röntgenstrahlen.
Röntgenkinematographie.
Über Bewegungsphotographie mit Röntgenstrahlen.
Momentaufnahmen.
Photographische Probleme in der Röntgenologie.
Stereoröntgenographie.
Neue Anwendung der Stereoskopie.

Bücherbesprechungen.

Gocht: **Handbuch der Röntgenlehre.** 4. Auflage F. Enke, Stuttgart 1914.

Auch diese neue Auflage hat mit der unaufhaltsam vorwärtsschreitenden Wissenschaft Schritt gehalten und ist deshalb auch äußerlich angewachsen (485 Seiten gegen 455 der 3. Auflage). Die Änderungen bzw. Neuerungen betreffen folgende Punkte: Gocht schließt seine Einleitung mit der beherzigenswerten Mahnung, der werdende Röntgenologe möge sein Studium unter Leitung des Röntgenarztes beginnen, der aus eigener Erfahrung weiß, was dem Neuling nottut; ein nachfolgender Kursus unter einem Techniker wird dann umso bessere Früchte tragen. Im Kapitel „Wechselstromzentrale" ist der Induktorbetrieb mit Wechselstrom und Gleichrichterzellen nach Rzewuski neu aufgenommen, bei den „Unterbrechern" der Quecksilberunterbrecher mit Strahlkontakt in Form des Apex-Gasunterbrechers von Reiniger, Gebbert & Schall. Bei den Quecksilberunterbrechern mit zentrifugiertem Quecksilberring ist Max Levys Tornadoquecksilberunterbrecher, Kochs Titanunterbrecher und als Zusatzunterbrecher der Rhythmeur von Reiniger, Gebbert & Schall neu. — Im Abschnitt „Kritische Betrachtung der Röntgeninstrumentarien mit Unterbrecherbetrieb" ist das große Schaltschema Fig. 45 (Fig. 46 der 3. Auflage) deutlicher erklärt und erläutert als in der früheren Auflage. Bei den „Einrichtungen für Schnell- und Momentaufnahmen ist der Dessauersche Unterbrechungsmechanismus eingehend geschildert, die Methode von Siemens & Halske, denselben Transformator — mit geschlossenem Eisenkern — der für Gleichrichterbetrieb zu Zeit- und Schnellaufnahmen benutzt wird, auch für den Einzelschlagbetrieb zu verwenden, sowie der Erescostromschließer von Seifert neu erwähnt. — Die Idealmaschine von Groedel und Reiniger, Gebbert & Schall ist bei den „unterbrecherlosen Röntgenapparaten" eingehend in ihrer neuen Verbesserung beschrieben, Dessauers Reformröntgenapparat neu aufgenommen. Neues hören wir auch im Kapitel „Röhrenprüfung" über das Fokometer von Dessauer. Im Kapitel „Regulierung der Röntgenröhre" finden wir eine neue halbschematische Zeichnung (Fig. 66) der Vakuumregulierung durch Lufthähne nach Heinz Bauer; der Untertitel „innere Mittel" (sc. zur Vakuumregulierung) ist zweckentsprechender durch „elektrische Maßnahmen" ersetzt, wodurch gleich auf den Kernpunkt der Sache hingewiesen ist; die Polyphosregenerierung treffen wir in ihrer neueren Form, ebenso die Intensivregenerierung nach Fürstenau und die Müllersche Regeneriervorrichtung. Der Gundelachschen Regenerierung ist mehr Raum gewidmet, die von Reiniger, Gebbert & Schall ist neu aufgeführt, ebenso die neue Röhre von Lilienfeld. Von den verschiedenen Systemen der Fernregulierung handelt ein eigener Abschnitt. Überhaupt hat das Kapitel Röhren eine teilweise Umarbeitung erfahren und ist sehr bereichert worden. — Im speziellen Teil lernen wir bei den „Röntgenlichtmessern" den Härtemesser nach Christen kennen und finden denselben in die Vergleichstabelle der verschiedenen Härtemesser nach Walter und Albers-Schönberg aufgenommen. — Bei den „Verstärkungsschirmen" ist die Heydenfolie hinzugekommen, dagegen fehlt der früher aus historischen Gründen erwähnte „verschollene" Schirm des Dr. Tscherkassow. Die von Köhler befürwortete Hygiene des Röntgenzimmers findet im Kapitel „Röntgenzimmer" gebührende Beachtung. — Der Distinktor von Holzknecht und der Krausesche zur Palpation verwendbare Durchleuchtungsschirm wird bei den Kleinutensilien empfohlen, auf das nach den Untersuchungen von Paul Krause an Stelle des Bleiglases verwendbare Hyatglas wird hingewiesen; die Buckysche Wabenblende ist nicht vergessen. — Das Kapitel „Stereoskopaufnahmen" ist etwas gekürzt.

Im II. Teil (praktische Verwendung) finden wir eine Kehlkopfaufnahme (Fig. 146) und die Methode von Fritsche, den Epistropheuszahn zur Darstellung zu bringen, erwähnt. Eingehend wird die Möglichkeit der Blutgefäßdarstellung durch Einspritzung schattengebender Substanzen geschildert. Der Abschnitt über das Verhalten des Verdauungstraktus, besonders des Magens, im Röntgenbild ist den modernen Theorien und Forschungen entsprechend wesentlich ausgebaut worden. Im Abschnitt „pathologische Konkremente" hat Kümmells Methode der Kollargolfüllung des Nierenbeckens zum Nachweis kleinster Steine Platz gefunden; auf Schädelveränderungen bei intrakranieller Drucksteigerung ist an entsprechender Stelle hingewiesen. — Die Osteoarthritis deformans (Osteochondritis) coxae juvenilis ist neu aufgenommen. — Das Kapitel „Geburtshilfe und Gynäkologie" ist fast völlig umgearbeitet worden; der Beckendarstellung, Beckenmessung und der Schwangerschaftsdiagnose ist entsprechende Beachtung geschenkt. Bei „Mundhöhle, Schlund, Magen, Darm und Nieren" sind die Erfahrungen Eisensteins (Ösophagus) und Hesses (Brechakt) berücksichtigt. Das Doppelmahlzeitverfahren zur Magenuntersuchung von Haudeck ist angeführt, sowie der gegenwärtige Stand der Forschung des pathologischen Magens und Darmes sowie der Niere und Blase anschaulich besprochen. — Im Kapitel „Nase usw." hat die Untersuchungsmethode der Keilbeinhöhlen nach Scheier und Thost Platz gefunden. — Bei „Tuberkulose" finden wir die röntgenoskopischen Unterschiede zwischen trockener, sowie zur Einschmelzung neigender und miliarer Lungentuberkulose nach Stuertz. — Neu ist auch die Methode der Herzuntersuchung bzw. Herzmessung nach Kreuzfuchs hinzugekommen.



Im Kapitel „Therapie“ treffen wir die neueren Ansichten über Filterung; die Tiefentherapie ist sehr berücksichtigt; auch im Abschnitt „Dosimetrie“ ist den Forderungen der Tiefentherapie Rechnung getragen; als neue Instrumente sind das Iontoquantimeter nach Meyer und Christen sowie das Intensimeter nach Fürstenau angeführt; auch die Eichmethode von H. E. Schmidt ist neu erwähnt. Im Abschnitt „Schutzmaßregeln“ finden wir das Merkblatt der Deutschen Röntgengesellschaft 1913. — Im speziellen Teil der Therapie ist die Myomtherapie nach Albers-Schönberg, die Freiburger Methode sowie die von H. E. Schmidt aufgeführt. — Sehr ausgedehnt wird die Behandlung tuberkulöser Erkrankungen besprochen. — Bei der Behandlung des Karzinoms und des Sarkoms sind die Erfahrungen Aschoffs und Müllers-Immenstadt berücksichtigt.

Der Anhang bringt den „Röntgen-Minimaltarif“, der von dem Sonderausschuß der Deutschen Röntgengesellschaft am 25. X. 13 ausgearbeitet wurde. F. Winkler (Ingolstadt).

H. E. Schmidt-Berlin: **Kompendium der Lichtbehandlung.** 2. Aufl. 1914. Leipzig. G. Thieme. 64 Seiten, 38 Abbildungen. Geb. 3.— M.

Verf. schildert einleitend das Spektrum und die Eigenschaften seiner verschiedenen Strahlen und geht dann zu den Grundlagen und der Entwicklung der Lichtbehandlung über. Nach einem kurzen historischen Ausblick bis auf die Zeit Ciceros, der schon Sonnenbäder kannte, folgt eine Schilderung der Einwirkung des Lichtes auf die Haut, die nach den Versuchen von Unna, Widmark und Hammer ausschließlich von den blauen, violetten und ultravioletten Strahlen beeinflußt wird. Von diesen Forschungsergebnissen ausgehend sucht Finsen mit seiner negativen Lichttherapie durch Ausschaltung der chemisch wirkenden Strahlen Pocken zu heilen (rotes Zimmer), während seine positive Lichttherapie unter Benützung dieser Strahlen sich die Bekämpfung des Lupus vulgaris und anderer Hautkrankheiten zur Aufgabe macht, ursprünglich in der irrigen Meinung, daß die Wirkung auf der bakteriziden Eigenschaft des Lichtes beruhe, indes in der Tat die tiefgreifende langanhaltende photochemische Hautentzündung der wesentliche Heilfaktor ist. Während die Bogenlichtbäder und die Eisen- und Quecksilberdampflampen hauptsächlich photochemisch wirken, haben die Sonnenbäder auch eine photothermische Einwirkung und die elektrischen Glühlichtbäder entsenden nur Wärmestrahlen, weshalb ihr Indikationsgebiet ein ganz anderes ist und nur für Schwitzkuren in Betracht kommt; auch der Bogenlichtreflektor wirkt nur durch Wärmeerzeugung. — Besonders wertvoll erweist sich die Sonnenbehandlung bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose, was sowohl im Hochgebirge als am Seestrande erreicht werden kann; nicht so günstig in der Ebene, weil ja dort gerade die wirksamsten Strahlen durch Nebel, Staub und Wolken mehr oder minder absorbiert werden. Am Schlusse des Kapitels streift Verf. noch die psychische Einwirkung des Lichtes; rotes Licht regt an, grünes oder blaues wirkt beruhigend.

Der nächste Abschnitt: „Technik der Lichtbehandlung“ schildert die Behandlungsmethode mit der Finsen- und der Finsen-Reyn-Lampe, die Quarzlampenbehandlung nach Kromayer und mit der „künstlichen Höhensonne“ nach Nagelschmidt-Bach; weiter folgt das Glühlichtbad in seinen verschiedenen Modifikationen, die Behandlung mit reflektiertem Bogenlicht, die Sonnenbäder und die Sonnenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose nach Bernhard und nach Rollier.

Der letzte Abschnitt „Indikationen und Resultate der Lichtbehandlung“ enthält die Verwendung des Lichtes in der Dermatologie, wobei hauptsächlich die Lupusbehandlung besprochen und gleichzeitig auf die Kombination mit Röntgenstrahlen- und medikamentöser Behandlung hingewiesen wird; Verf. betont hier auch die von ihm gefundene Tatsache, daß die Lupusknötchen im Narbengewebe auf Druck mit dem Glasspatel nicht wie sonst „apfelgeleeartig“, sondern ausgesprochen „dunkelblau“ aussehen, streift die Lichtbehandlung in der internen Medizin, welche sich des Lichtes hauptsächlich als Wärmespender, aber auch zur Steigerung des Stoffwechels und zur Herabsetzung des Blutdruckes bedient, und wendet sich dann der Anwendung in der Chirurgie zu, die hauptsächlich bei tuberkulösen Erkrankungen in Frage kommt. Die beigegebenen Abbildungen zeigen die günstigen Erfolge der Lichttherapie.

F. Winkler (Ingolstadt).

Fritz Munk: **Grundriß der gesamten Röntgendiagnostik innerer Krankheiten für Arzte und Studierende.** Mit 155 Abbildungen. Leipzig 1914. Georg Thieme. Ladenpreis 7.50 M.

Das Buch ist bestimmt für „die Zahl der Ärzte, welche, ohne selbst ein Laboratorium zu besitzen, um in einem solchen technisch zu arbeiten, die Ergebnisse der Röntgendiagnostik kennen lernen und sich dieser diagnostischen Methode zu ihrem eigenen und ihrer Parienten Nutzen bedienen wollen“. Verf. ist Assistent der Fr. Krausschen Klinik in Berlin und hat das reichliche Material dieser Klinik



zur Verfügung gehabt. Physikalische Grundlagen und Technik sind dem Charakter des Buches entsprechend nur kurz geschildert, der Hauptwert ist auf eine Darstellung der Röntgenuntersuchung der inneren Organe gelegt, welche dem heutigen Stand der Röntgenforschung entspricht. Erfreulich ist, daß es Verf. nicht unterläßt, darauf hinzuweisen, daß die Röntgendiagnostik für den inneren Arzt stets nur die Bedeutung einer Hilfswissenschaft hat. Der Text wird durch 155 sehr gute Abbildungen veranschaulicht, die fast ausschließlich nach Originalaufnahmen aus der Krausschen Klinik angefertigt sind und, wie Verf. mit Recht hervorhebt, „mit ihren natürlichen Mängeln und Vorzügen den Anfänger leichter und sachlicher in medias res einführen, als dies mit pointierten schematischen Zeichnungen geschehen kann."

Ein Verzeichnis der wichtigsten Lehrbücher und Arbeiten aus dem Gebiet der Röntgenliteratur schließt das Buch. Wiens.

Gottwald Schwarz: **Klinische Röntgendiagnostik des Dickdarms und ihre physiologischen Grundlagen.** Mit 108 Abbildungen. Verlag von Julius Springer. Berlin 1914.

Bei dem heute noch vielfach bestehenden Streit alter Kliniker gegen die röntgenologischen Ergebnisse des Magen-Darmtraktes, bei der vielfach noch bestehenden Voreingenommenheit, die in den Röntgenbildern, wenn sie nicht absolut mit den Ergebnissen der übrigen klinischen Untersuchung übereinstimmt, nur „Zerrbilder" sehen will, ist es mit Freuden zu begrüßen, wenn Leute, die über ein größeres Material auf diesem Gebiete verfügen, dieses zusammentragen und so der Allgemeinheit zunutze bringen. — Denn bei allem Enthusiasmus und bei aller Begeisterung für das Röntgenverfahren, kann gerade hier jede Übereilung und Überstürzung, ebenso wie auf jedem anderen Gebiet der Medizin, mehr schaden als nützen und nicht mit Unrecht könnten dann die Skeptiker unter den alten Klinikern uns eine gewisse „Kritiklosigkeit" zum Vorwurf machen. — Ganz besonderen Wert gewinnt das vorliegende, 153 Seiten umfassende Büchlein noch dadurch, daß die in ihm uns mitgeteilten Beobachtungen durchweg auf klinischer, operativer oder autoptischer Kontrolle basieren. —

Das Büchlein umfaßt 20 Kapitel, von denen das erste uns über den „natürlichen Gasgehalt des Kolons" berichtet. — Im zweiten finden wir Angaben über die „künstliche Aufblähung des Dickdarms", welche sich jedoch einzig und allein für eine rasche, vorläufige Orientierung über die Lage eines im Abdomen palpierten Gebildes zum Kolon eignen dürfte. — Die Angaben, daß Sauerstoff zu dieser künstlichen Aufblähung geeigneter sei als gewöhnliche Luft, mußte von der Hand gewiesen werden. — Wie meteoristisch aufgetriebene Dickdarmabschnitte mechanische Wirkungen auf die Nachbarorgane ausüben, darüber finden wir näheres im 3. Kapitel. — Welche eigenartigen Konfigurationen dabei der Magen annehmen kann, zeigen in sehr anschaulicher Weise die Abbildungen 3 und 4. — Ein kurzes besonderes Kapitel ist der Hepatoptose gewidmet, bei der es zu einer Verlagerung von Kolonschlingen zwischen Leber und Zwerchfell kommen kann. — Das 4. Kapitel bringt uns „Röntgenologisch-Topographisches, Anomalien und Varianten" des „Kolonbildes nach Einnahme schattengebender Speisen". Was zunächst das Kontrastmittel anbetrifft, so empfiehlt Sch. das Bismutum carbonicum oder das Kästlesche Kontrastin. Er glaubt diese Präparate, was ihre Giftigkeit anbetrifft, dem Barium sulfuricum vorziehen zu müssen, was Ref. jedoch bestreiten möchte. Die umfangreiche Arbeit von Krause-Schilling (s. Fortschritte Band XX, Nr. 5) hat doch zur Genüge dargetan, daß auch das Bismutum carbonicum nicht als so ganz harmlos anzusehen ist, während reines Barium sulfuricum noch nie zu unangenehmen Nebenerscheinungen geführt hat. — Die Ausbreitung der Kontrastmahlzeit im Dickdarm vollzieht sich nun nicht mit einer solchen strengen Gesetzmäßigkeit, wie wir sie vom Magen her gewöhnt sind, sondern hat ein individuell sehr verschiedenes Tempo und sehr verschiedene, räumliche Anordnung. — Die Form des Kontrastschattens ist dabei in den einzelnen Kolonabschnitten eine verschiedene. Wir finden andere Formen im Coecum, wie im Transversum als wie im Deszendens. Auch die innere Struktur der Kontrastkotschatten zeigt gewisse Unterschiede. So läßt sich oft im Beginn der schattengebenden Stuhlsäule eine gewisse Auffaserung des Randes nachweisen, auch sind im Coecum und Aszendens die Schattenmassen oft von kleinen Luftbläschen durchsetzt. — Eingehend wird dann an der Hand mehrerer recht instruktiver Skizzen die Topographie der einzelnen Dickdarmabschnitte besprochen, von denen ich in dem Coecum-Aszendens-Teil besonders die Angaben über die kongenitale Aszendensverkürzung und das Coecum mobile erwähnen möchte. — Was die Bewegungen des Dickdarms anlangt, so unterscheidet Sch. zwischen „passiven" durch die Respiration bedingten und „aktiven". — Ein Schema orientiert uns hierbei über die Innervationsverhältnisse des Dickdarms. — Was die einzelnen Bewegungen des Kolons anlangt, so unterscheidet auch der Verf. (wie eine große Anzahl anderer Autoren) zwischen den kleinen kontinuierlichen Bewegungen, den sporadischen großen Kolonbewegungen und schließlich den großen Pendelbewegungen. — Über die Förderung des Dickdarminhalts im ganzen gibt uns das 6. Kapitel Aufschluß. Während bis zum 2. Drittel des Transversums eine gewisse Gleich-



mäßigkeit nachzuweisen war, ist die Fortbewegung von dort aus, hinweg über die Flexura lienalis großen Verschiedenheiten unterworfen, bald ist die Verweildauer eine längere, bald eine kürzere. — Sehr interessante Angaben über die Varianten des Stuhlsitus finden wir im 7. Kapitel, in dem Sch. an ein und demselben Individuum unter stets den gleichen Versuchsanordnungen den Einfluß des Fastens, des Opiums und eines Abführmittels studiert und beschrieben hat. — Das nächste Kapitel enthält Angaben über „die chronische Obstipation", in dem Verf. die von ihm schon des öfteren vertretene Auffassung der „hypokinetischen" und „dyskinetischen" Obstipation beibehält und erörtert. — Nach Auffassung des Ref. ist diese Einteilung sicherlich den vielen andern auf Grund der Röntgenbefunde vorgenommenen — ich möchte nur an die von Groedel erinnern — vorzuziehen und deckt sie sich wohl mit unserer klinischen Auffassung am meisten. — Kapitel 9 behandelt die röntgenoskopische Beobachtung des Kontrasteinlaufes nach Haenisch. — Die früher geübte vom Verf. als zweizeitiges Verfahren benannte Methode, die die darin bestand, den Einlauf zu applizieren und dann zu photographieren, wird von Sch. mit Recht verworfen. Nur das von Haenisch angegebene Verfahren, das in einer direkten Beobachtung der einlaufenden Kontrastmasse besteht, dürfte für die klinische Beurteilung von Wert sein. — Von Form- und Dimensionsveränderungen des Kolons, welche krankheitserzeugenden Charakter besitzen, berichtet Kapitel 10. Es kommen hierbei das Makrosigma, Megasigma und Megakolon zur Besprechung, welche durch sehr instruktive Röntgenbilder erläutert werden. — Von Verlagerungen des Kolons handelt Kapitel 11, die Insuffizienz der Bauhinschen Klappe bespricht Kapitel 12. — Diese sieht Sch. als „Folge der durch Obstipation bedingten abnormen Druckverhältnisse in der ileocoecalen Partie des Darmrohres" an. — Über den röntgenologisch sichtbaren Wurmfortsatz und seine Bedeutung für die Diagnose einer chronischen Appendizitis finden wir näheres im Kapitel 13. — Der Verf. neigt dabei zu der Ansicht, daß die röntgenologisch nachgewiesene Appendixretention als „ein Symptom bei der Diagnose der Appendicitis chronica" verwertet werden könnte. — Die chronische katarrhalische Colitis wird im 14. Kapitel besprochen. Die bei ihr erhobenen radiologischen Befunde ergeben, 1. daß Sigma, Descendens und eventuell auch das Transversum ein gestrecktes Rohr bildeten, an dem keine Haustrenzeichnung zu erkennen war; 2. vollzog sich bei ihr der Einlauf „mit abnormer Schnelligkeit und Leichtigkeit" und 3. konnte Sch. in den abnorm engen Darmpartien hochgradige, rasch wandernde Kontraktionen nachweisen. Der Verf. möchte die dabei festgestellten Erscheinungen mit denen vergleichen, die ein Reizeinlauf auf einen gesunden Darm ausübt, wie dies uns durch die Versuchsanordnungen von Bergmann und Lenz bekannt ist. Im übrigen möchte Verf. den chronischen Dickdarmkatarrh mit der von ihm beschriebenen und benannten „dyskinetischen Obstipation" identifizieren. — Kapitel 15 erwähnt die Colitis mucosa. An drei Fällen konnte Sch. mehrere kleinere bröcklige Klümpchen, eine unzählbare Menge kleiner miteinander netzförmig verflochtener Bröckelchen statt eines ausgesprochenen Kontrastschattens nachweisen. Auf Grund der dabei vorliegenden Obduktionsbefunde nimmt Verf. an, daß „besonders zäher und reichlicher Schleimgehalt, nicht aber Geschwüre, des Dickdarmsekretes die Ursache der Schattenfleckenbildung sind". — Als Charakteristika für die Colitis ulcerosa gibt Sch. im Kapitel 16 „abnorme Schmalheit, Haustrenlosigkeit, netzartige Struktur des Kolonschattens — eventuell Insuffizienz der Bauhinschen Klappe — bei Füllung per Einlauf" an. — Die Ileocoekaltuberkulose behandelt Kapitel 17. Sie ist charakteristisch durch die abnorme Leerheit der erkrankten Region, welche in der starken Überempfindlichkeit der gereizten Schleimhaut ihren Grund haben soll, wobei der Darm eine stabilere Stuhlansammlung eben nicht verträgt, sondern sich durch kräftige Kontraktionen von ihr befreit. Von stenosierender Dickdarmtuberkulose handelt Kapitel 18. — Über einen Fall von Proctitis gravis erfahren wir etwas Näheres im Kapitel 19, bei dem sich das Rektum abnorm schmal und dünn erwies. — Das letzte Kapitel bringt an der Hand von zahlreichen, sehr instruktiven Röntgenbildern Aufzeichnungen über den Dickdarmkrebs. Das Kapitel ist nach klinischen Gesichtspunkten in zwei Unterabschnitte geteilt und zwar in „Karzinome mit hochgradiger Stase des Darminhalts" und „Karzinome ohne Stagnation des Dickdarminhalts" — Besonders bei letzterem hat die Haenischsche Einlaufsmethode glänzende Erfolge zu verzeichnen gehabt. Näheres über dieses ist aus dem Original zu entnehmen. — Alles in allem, das vorliegende Buch bringt in knapper, anschaulicher, übersichtlicher Weise das, was wir bis jetzt von der Dickdarmröntgenologie wissen. Das allgemeine Bestreben, in der Medizin an die Stelle bloßer Vorstellungen die optische Anschauung zu setzen, kann für die Dickdarmpathologie nur mit Freuden begrüßt werden. — Sicherlich schwebt über diesem oder jenem Punkte noch ein gewisser Schleier, sicherlich herrscht hier und da noch manche Unklarheit und deshalb muß jeder Versuch, Licht in dieses Dunkel zu bringen, nur lobend anerkannt werden. — Klares Sehen ist doch schließlich die Grundbedingung jeglichen ärztlichen Handelns.

Hörder (Godesberg).



Hermann Simon. **Die Behandlung der Geschwülste nach dem gegenwärtigen Stande und den Ergebnissen der experimentellen Forschung.** Julius Springer, Berlin 1914.

Die 122 Seiten umfassende Arbeit gliedert sich in drei Teile, einen allgemeinen, der den Forschungsergebnissen und der Diagnostik gewidmet ist, einen zweiten, der die nicht operative Behandlung der Geschwülste eingehend bespricht, und schließlich einen dritten, der Ergebnisse und Ausblicke allgemeiner Natur enthält. — Als Anhang findet sich ferner ein Kapitel über die neueren Behandlungsmethoden der wichtigsten Blutkrankheiten, besonders der Leukämie.

Im allgemeinen Teil erfordern besondere Beachtung die Kapitel 2 und 4, in denen S. alles, was bisher über die experimentelle Krebsforschung und die Diagnostik der Geschwülste bekannt ist, zusammengetragen hat. So finden wir im letzteren die von Freund und Kaminer angegebene Methode, die von Ascoli und Izar beschriebene Meostagminreaktion; die von Wassermann und v. Dungern auch auf das Tumorgewebe übertragene Serodiagnostik und schließlich die jüngste dieser Methoden, die zur Zeit am meisten von sich reden macht, die von Abderhalden ausgearbeitete Tumorreaktion. Ein weiteres Kapitel des allgemeinen Abschnittes ist der operativen Behandlung der Geschwülste gewidmet, welche auch vom Verfasser „bei völliger Entfernung im Gesunden" nach wie vor stets als „die beste Behandlung der bösartigen Geschwülste" bezeichnet wird. — Den Hauptteil der Arbeit nimmt die „nicht operative Behandlung der Geschwülste" ein. Was hierbei die Bakteriotherapie anbetrifft, so konnte der in einzelnen Fällen zur Beobachtung gekommene „hemmende Einfluß des Erysipels, seiner Erreger oder Produkte auf das Geschwulstwachstum" nicht als spezifisch angesehen werden. Über die Serotherapie äußert er sich dahin, daß „die Möglichkeit einer künstlichen Immunisierung gegen die Geschwülste nicht von vornherein abgelehnt werden" kann. Als „sehr aussichtsreich wird von ihm der weitere Ausbau des als Autovakzination bezeichneten Verfahrens" angesehen. — Wesentlich bessere Resultate spricht S. der Chemotherapie der Geschwülste zu. „Das Arsen und seine Derivate, das Atoxyl, das Salvarsan und das Arsozetin „beeinflussen dabei bei lokaler Applikation das Geschwulstgewebe in hervorragender Weise; auch bei allgemeiner Darreichung hat es in vereinzelten Fällen Erfolge erzielt." Die Verwendung von Metallen, unter denen besonders Verbindungen von Kupfer, Zinn, Platin, Kobalt und Silber zu nennen wären, hat besonders im Tierversuch so glänzende Resultate gezeitigt, daß „wir von ihrer Verwendung gegen menschliche Geschwülste Großes erhoffen dürfen". — In dem von Werner und Exner eingeführten Cholin scheint man ein wirksames Unterstützungsmittel der Strahlentherapie anzusehn zu haben. — Von den erwähnten physikalischen Methoden erweckt unser besonderes Interesse die „Strahlentherapie, die in Form der Röntgenbehandlung und der lokalen Anwendung der radioaktiven Substanzen als die bei weitem erfolgreichste unter allen nicht operativen Geschwulstbehandlungsmethoden" anzusehen ist. Als dringend indiziert bezeichnet Verfasser die Strahlenbehandlung nach vollzogener Operation zur Verhütung des Rezidivs. Was die Behandlung mit hochfrequenten Strömen anbetrifft, der Fulguration und Diathermie, so sind auch diese als eine wertvolle Ergänzung des operativen Eingriffs bei Geschwülsten anzusehen. — Von anderen Behandlungsmethoden, unter denen die Verwendung einiger pharmakologischer Mittel, die Organotherapie, die Ferment- und die Antifermenttherapie, die von Ritter vorgeschlagene Behandlung durch Zirkulationsstörungen zu erwähnen seien, hatte keine irgendwie nennenswerte Erfolge zu verzeichnen gehabt. — In dem kurzen Anhang, der über die neueren Behandlungsmethoden der wichtigsten Blutkrankheiten berichtet, haben die Verwendung des Arsens, des Atoxyls und des Benzols Erwähnung gefunden. Kurz sind auch hier die Ergebnissse der Röntgenbehandlung und der Strahlentherapie angeführt, bei der das Thorium X eine wichtige Rolle spielt. Die durch diese Behandlungsmethoden erzielten Erfolge sind jedoch auch hier nur vorübergehender Natur, was seinen Grund eben darin hat, daß die Blutveränderungen, die zu beeinflussen wir imstande sind, eben nicht das Wesen, sondern nur ein Symptom der Krankheit darstellen. — Der Arbeit ist ein eingehendes 884 Arbeiten umfassendes Literaturverzeichnis beigegeben, welches in übersichtlicher Weise nach den einzelnen Kapiteln geordnet ist. — Das Büchlein wird durch ein Autoren- und Sachregister vervollständigt.

Allen denen, die sich in kurzer Zeit über den heutigen Stand der nichtoperativen Geschwulsttherapie unterrichten wollen, wird die Simonsche Abhandlung willkommen sein und nicht nur dem Praktiker, sondern auch dem Studierenden manches wichtige und wissenswerte bieten.

Hörder (Godesberg).

Dessauer: **Radium, Mesothorium und harte X-Strahlung und die Grundlagen ihrer medizinischen Anwendung.** Otto Nemnich, Leipzig.

Ein Buch, das so recht erwünscht ist in dieser Zeit der rapiden Entwicklung der Strahlentherapie, bringt unter obigem Titel Dessauer auf den Büchertisch. Er faßt in knapper und gut verständlicher Form das zusammen, was bisher auf diesem Gebiet gearbeitet wurde und soll dazu dienen, dem mit



Radium und Röntgenstrahlen Arbeitenden die physikalischen und technischen Grundlagen zu geben, die jeder haben muß, um Mißerfolge zu vermeiden. Dabei versteht es Dessauer sehr gut, den physikalisch meist wenig geschulten Arzt zu berücksichtigen und ohne allzu schwierig zu werden, diese interessanten Kapitel über Radioaktivität usw. aufzurollen. Die physikalischen und technischen Grundlagen bei der Radium- und Röntgenbestrahlung sind klar und gut verständlich geschildert. Über die Wirkung der Strahlen berichtet Apolant in einem eigenen Kapitel aus dem Ehrlichschen Institute und sagt, daß die Tumorbildung bei Ratten- und Mäusegeschwülsten stark beeinträchtigt wird, wenn die Bestrahlung sehr frühzeitig nach der Impfung begonnen wird. Besonders interessant sind die Kapitel über den weiteren Ausbau der Erzeugung harter X-Strahlen und über die Stellung der Radium- zu den Röntgenstrahlen. Dessauer glaubt, daß die Zukunft der kombinierten Radium-Röntgenbehandlung gehört. Zum Schluß folgen in einem Radiummerkblatt wichtige zu beachtende Punkte für die Anschaffung von radioaktiven Substanzen. Nonnenbruch (Würzburg).

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

31. Deutscher Kongreß für Innere Medizin in Wiesbaden.

Strahlenbehandlung der Neubildungen innerer Organe.

Mittwoch, 22. April 1914.

Werner-Heidelberg: **Die Strahlenbehandlung der Neubildungen innerer Organe.** Die Technik der Strahlenbehandlung ist in rascher Entwicklung begriffen. Während aber über die Erfolge bei oberflächlichen Geschwülsten zahlreiche Mitteilungen erschienen sind, liegen über die Resultate bei Neubildungen innerer Organe spärliche Berichte vor.

Man kann entweder Röntgenstrahlen von außen her anwenden oder die Strahlen der radioaktiven Substanzen benutzen, letztere sowohl zur äußeren Bestrahlung wie zur Bestrahlung von innen her, wobei man die Substanzen entweder einspritzt oder in Bestrahlungskörper eingeschlossen in die natürlichen Körperhöhlen oder in das Innere der Geschwülste einführt.

Für die äußere Bestrahlung verwendet man harte Röntgenstrahlen, oder die γ-strahlen des Radiums resp. des Mesothoriums, wobei die übrigen Strahlenarten durch Filter (aus Aluminium Kupfer, Silber, Gold, Blei, Platin, Messing) abgehalten werden. Die Sekundärstrahlen der letzteren müssen wieder abgefangen werden (durch Gummi, Papier, Kork usw.). Zur Erreichung der quantitativen und qualitativen Homogenität ist maximale Distanz und maximale Intensität der Strahlenquelle bei Auswahl der penetrationsfähigsten Strahlenqualitäten nötig.

Auf die einzelne Hautstelle werden 20—30, nach Bumm neuerdings 300—400 x gegeben und mit Hilfe der konzentrischen Vielfelderbestrahlung und des Kreuzfeuers viele tausend Einheiten in kürzester Zeit appliziert.

Mit den radioaktiven Substanzen gibt man 3—6000 Milligrammstunden in der Einzelsitzung bei Verwendung von 100—200, eventl. aber auch 500—800 Milligramm und erreicht in wenigen Wochen 20—30000, ja selbst 100000 und mehr Milligrammstunden.

Zur Verminderung der Sensibilität der Haut wird die künstliche Blutleere durch mechanische Kompression oder Adrenalininjektion verwendet. Zur Erhöhung der Sensibilität des Geschwulstgewebes kann man dieses mit hochgespannten hochfrequenten Wechselströmen hyperämisieren, indem man es durchwärmt, oder durch Injektion von Metallösungen die Sekundärstrahlung verstärken. Bei von außen nicht erreichbaren Geschwülsten spritzt man die Metallösungen in die Blutbahn oder verwendet Injektionen von Enzytol, das die Strahlenwirkung auf chemischem Wege nachmacht. Der Versuch, durch Einspritzung von radioaktiven Substanzen in die Blutbahn die Geschwülste zu beseitigen, mißlingt wegen der Aufstapelung der ersteren im Knochenmark sowie in Leber, Niere und Darm. Die lokale Infiltration ist nicht leicht vollkommen gleichmäßig durchzuführen und versagt daher.

Man kann mit Bestrahlungskörpern direkt an die Neubildungen des Rachens und der



Speiseröhre, des Mastdarms und der Blase herankommen. Die intraabdominellen Organe können durch Vorlagerung zugänglich gemacht werden.

Ein Teil der Geschwülste der inneren Organe ist sehr empfindlich gegen Strahlen. Die lebenswichtigen Elemente der inneren Organe selbst sind zum größten Teile weniger sensibel. Die labilsten Gebilde (Milz, Ovar, Lymphdrüsen) brauchen wenig berücksichtigt zu werden. Größere Veränderungen von seiten des Blutes sind nur zu erwarten, wenn man ausgedehnte Körperbezirke bestrahlen muß. Mitunter kommt es zu nervösen Reizerscheinungen oder zu Intoxikationen durch Resorption von Zersetzungsprodukten. Eine weitere Gefahr bildet die Perforation von Organwänden und die Arrosionsblutung.

Von den Geschwülsten im Innern des Schädels sind bisher nur Hypophysistumoren erfolgreich behandelt worden. Bei Karzinomen der Mundschleimhaut und der Zunge wurden nur selten lange anhaltende Erfolge erzielt, ebenso bei den Neubildungen des Kehlkopfes und des Rachens. Dagegen sind vorübergehende Besserungen in letzter Zeit häufiger berichtet.

Die Krebse der Speiseröhre wurden meist von innen her mit radioaktiven Substanzen behandelt. Es wurden verhältnismäßig häufig bedeutende subjektive Besserungen erzielt, aber sehr selten anhaltende und vollkommene Erfolge. Zu starke Bestrahlung der Speiseröhre ist gefährlich und führt zur Perforation. Auch durch konzentrische Röntgenbestrahlung von außen unter Sensibilisierung durch Enzytolinjektionen wurden mehrfach günstige Resultate erhalten.

Die Geschwülste des Mediastinums wurden wiederholt sehr günstig beeinflußt, einzelne auch scheinbar vollständig zum Verschwinden gebracht, und zwar bisher meist durch Röntgenbestrahlung mit oder ohne Enzytolinjektion. Der Erfolg hängt größtenteils von dem Charakter der Neubildung ab.

Bei Magenkarzinomen wurde wiederholt durch äußere Bestrahlung Verkleinerung oder gar völlige Rückbildung von großen Geschwülsten erzielt, am häufigsten durch Kombination von Röntgenbestrahlung mit Enzytolinjektionen. Die Bestrahlung nach Vorlagerung führt zur raschen Rückbildung auch bei sehr weit vorgeschrittenen Fällen und zu sehr bedeutender Besserung des allgemeinen Zustandes. Einzelne Kranke wurden jahrelang in relativ gutem Zustande erhalten.

Von den Darmkarzinomen sind jene des untersten Abschnittes am dankbarsten, während jene der höher gelegenen Teile ohne Vorlagerung schwerer zu beeinflussen sind.

Eine Reihe von Lebergeschwülsten, die sich auf Bestrahlung zurückbildeten, ist histologisch nicht gesichert. Sie wurden als Sarkome oder Karzinommetastasen aufgefaßt. Während Nieren- und Nebennieren- sowie Pankreasgeschwülste nur vorübergehend gebessert wurden, sind bei Neubildungen der Harnblase erhebliche Rückbildungen erzielt worden, aber auch noch keine gesicherten Heilungen.

Von den Geschwülsten der Prostata reagieren besonders die weichen Formen günstig, während bei den harten fibromatösen der Effekt ein mangelhafter ist.

Geschwülste der Milz werden meist sehr leicht und günstig beeinflußt sowohl mit Röntgenbestrahlung als auch mit radioaktiven Substanzen. Hier und da bilden sich auch diffuse Sarkomatosen im Innern des Abdomens zurück.

Im allgemeinen gilt der Grundsatz, daß operable Geschwülste namentlich an den inneren Organen, immer noch zu operieren sind, während der Bestrahlung vor allem die Nachbehandlung zur Verhütung der Rezidive zukommt. Diese kombinierte Methode erzielt vorläufig die besten Erfolge. Inoperable Tumore werden durch die Strahlenbehandlung mitunter operabel. Nur in vereinzelten Fällen gelingt es, durch Bestrahlung — insbesondere in Verbindung mit intravenösen Injektionen — das Leiden vollkommen zu beseitigen, während Besserungen häufig erzielt werden.

Paul Lazarus-Berlin: **Die Radiummesothoriumanwendung bei inneren Erkrankungen.**

Redner erörtert die drei anatomischen Hauptwirkungen der strahlenden Energie: Gewebs-



reizung, Wachstumshemmung und Zellzerstörung. Der Zellkern bildet den Hauptangriffspunkt der Strahlung. Zellen mit starker Vermehrungskraft (Bildungszellen) sind strahlenempfindlicher als jene Organzellen, welche eine hochdifferenzierte Funktion zu erfüllen haben und nicht oder nur wenig vermehrungsfähig sind (Arbeitszellen). Die Strahlentherapie ist im wesentlichen ein örtliches Heilmittel „ein intrazellulares Messer“ und wird um so günstigere Erfolge bringen, je früher sie zur Anwendung gelangt. Unter Demonstration geeigneter Fälle bespricht Vortr. die Technik und die Resultate der Strahlentherapie einschließlich des Poloniums bei einer Reihe von gutartigen und bösartigen Krankheitszuständen (insbesondere Krebs, Leukämie, Lymphdrüsen-, Gehirn- und Mediastinalgeschwülsten, Tuberkulose und Pleuritis). Er bespricht ferner die unter Strahleneinfluß erfolgenden Organverkleinerungen der Leber und der Milz und warnt vor der Schwachbestrahlung bösartiger Geschwülste. Zum Schluß demonstriert er seine Bestrahlungstechnik, Distanz und Vielfeldersystem, Kombination der intratumoralen Röhrchenbestrahlung mit der äußeren Plattenbestrahlung sowie der Phosphorbehandlung und gibt ein neues Verfahren zur Behandlung tiefliegender Krankheitsherde an.

Alwens-Frankfurt a. M.: **Neuere Gesichtspunkte in der Röntgentiefentherapie.**

Dessauer hat auf dem diesjährigen Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft berichtet, daß es ihm gelungen sei, den Gammastrahlen des Radiums ähnliche Strahlen in der Röntgenröhre zu erzeugen. Der Vortragende hat Versuche mit diesen künstlichen Gammastrahlen angestellt, um ihre Penetrationsfähigkeit zu studieren.

Es wurden mit den Kienböckschen Quantimeterstreifen in einer in Zentimeterschichten aufgeschnittenen Fleischmasse und in physiologischer Kochsalzlösung Messungen vorgenommen. Bei einer mit 3 mm Aluminium gefilterten Röntgenstrahlung zeigten die demonstrierten Kurven eine charakteristische Abknickung an der Stelle, an der die radiumähnliche Strahlung einsetzt. Um nun den sehr großen Anteil gewöhnlicher X-Strahlung, der in dem gesamten Strahlengemisch enthalten ist, möglichst abzufangen und nur die gammaähnliche Strahlung zur Wirkung kommen zu lassen, wurde eine besondere Filtermethodik zur Anwendung gebracht. Die mittels dieser Methodik gewonnenen Kurven werden demonstriert. Aus den gefundenen Werten wurde der Absorptionskoeffizient der künstlichen Gammastrahlung für 1 cm Fleisch $\mu = 0{,}18$ berechnet gegen 0,1 bei Radium und = ca. 6 bei gewöhnlicher X-Strahlung. Dies entspricht einer Absorption von ca. 10 % pro cm Gewebstiefe. Danach ist man berechtigt anzunehmen, daß die künstliche Gammastrahlung in physikalischer Beziehung der echten Gammastrahlung sehr nahe steht und biologisch vermutlich dieselben Wirkungen zu entfalten imstande ist. Weitere Versuche in dieser Richtung werden darüber Aufklärung bringen. Ein Vergleichsversuch mit 131,8 mg Radiumbromid bei derselben Versuchsanordnung zeigte, daß, wenn auch die künstliche Gammastrahlung nur einen sehr kleinen Bruchteil der Gesamtstrahlung der Röntgenröhre ausmacht, man trotzdem annehmen kann, daß sie doch noch um ein Vielfaches stärker als die Gammastrahlung größter Radiumpräparate ist. Sie erscheint deshalb geeignet, bei der Bestrahlung tiefliegender Krankheitsprozesse durch die bedeckenden Weichteile hindurch als zum mindesten vollwertiger Ersatz des Radiums angewendet zu werden.

E. Lenz-St. Moritz: Der Aufschwung, den die Radiotherapie der malignen Tumoren in der allerjüngsten Zeit genommen hat, steht zweifellos im Zusammenhange mit bedeutungsvollen Verbesserungen der Tiefenbestrahlungstechnik. Die Anwendung stark filtrierter, überharter Strahlen und die Massendosierung, wie sie namentlich von Krönig und Gauß systematisch durchgeführt wird, bedeutet auch für viele Bestrahlungsobjekte der inneren Medizin einen methodischen Fortschritt. Fraglich hingegen ist, ob diese Technik auf allen Linien einen Fortschritt bedeutet und ohne weiteres auf andere Gebiete der internen Radiotherapie zu übertragen ist? Wenn bei malignen Tumoren die Indicatio vitalis dieses heroische Vorgehen mit Massendosen rechtfertigt, so ist doch stets zu bedenken, daß hierbei der Körper mit enormen



Quantitäten strahlender Energie überschwemmt wird und lebenswichtige Funktionen wie die Leuko- und Erythropoiese, die Keimdrüsenfunktion usw. Schaden leiden können.

Speziell möchte ich davor warnen, die Massendosierung auf die Radiotherapie der Leukämie zu übertragen. Denn gerade hier lehren mir eigene und in der Literatur von vielen Seiten niedergelegte Erfahrungen, daß zu hohe Dosen zu schweren Schädigungen, ja Todesfällen führen können. (Akute Myeloblastenleukämie.) Bei der Radiotherapie der Leukämie soll man gerade versuchen (nach ähnlichem Prinzip wie bei der Antipyrese) mit einer möglichst geringen Dosis auszukommen, um die Proliferationswut der Zellen in Schranken zu halten, die Therapie ist eben nur eine symptomatische. Individualisierendes, dem klinischen Befund und Verlauf stets sich anpassendes Vorgehen in der Dosierung gibt die besten Resultate.

Trotz der weitgehenden Änderungen in der modernen Tiefenbestrahlungstechnik möchte ich hier noch die Desensibilisierung der Haut mit Adrenalin nach Reicher und Lenz erwähnen als ein Verfahren, das auch heute noch, namentlich bei kleinen Bestrahlungsobjekten (Mammakarzinomen, Tuberkulose, Lymphomen usw.) unter den Praktikern viel und mit guten Erfolgen geübt wird.

Christ. Müller-Immenstadt: **Strahlentherapie der Tumoren innerer Organe.**

Die Tumoren im Thorax und im Abdomen unterscheiden sich in keiner Weise in der Mannigfaltigkeit des mikroskopischen Befundes, der Wachstums- und Metastasierungsfähigkeit, Malignität, kachektischen Begleiterscheinungen von den bösartigen Neubildungen im übrigen Organismus und müssen demgemäß, wenn wir dort eine erfolgreiche Beeinflussung durch die Strahlentherapie erreichen, auch hier auf dieses therapeutische Agens reagieren. Es ist trotz all der großen Fortschritte, die die Diagnostik gemacht hat, die immerhin noch herabgesetzte Möglichkeit, maligne Erkrankungen in ihrem Anbeginn und in ihrem Umfange zu diagnostizieren bei Tumoren innerer Organe. Gerade das möglichst frühzeitige Eingreifen aber macht, wie bei jeder anderen Therapie, den Erfolg aus. Bei desolaten Fällen wird natürlich auch die Strahlentherapie selten etwas leisten. Die Erfolge der Strahlentherapie begannen erst, als man nicht mehr „ut aliquid fiat" und „solaminis causa" mit der festen Überzeugung, nichts mehr zu erreichen, mit ganz minimalen Dosen in einer ständigen Angst vor der Verbrennung bestrahlte, sondern, als man anfing, Tumoren, die noch nicht metastasierten, intensiv zu bestrahlen. Schwierig allerdings gestalten sich die Verhältnisse bezüglich der Bestimmung und der Lokalisation etwa vorhandener Metastasen. Ob bei einem Tumor der Brusthöhle oder bei einem primären Magenkarzinom beginnende Metastasen in benachbarten Organen und Drüsen bereits vorhanden sind, läßt sich wohl kaum mit Sicherheit angeben. Auch angenommen, der Tumor könnte bezüglich seines Sitzes genau bestimmt und genügend bestrahlt werden, was nützt dann eine sonst sicher wirkende Bestrahlung im primären Tumor, wenn an anderen Stellen Metastasen weiterwachsen.

Die Ursachen der Schwierigkeiten einer erfolgreichen Strahlentherapie der Tumoren innerer Organe sind eben gegeben in der Schwierigkeit der Frühdiagnose, der genauen Bestimmung des Sitzes, der Ausdehnung und des Vorhandenseins eventueller Metastasen der Tumoren und in den Begleiterscheinungen der funktionellen Störungen der befallenen Organe. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Präzisierung des Sitzes und der Ausdehnung der Krankheit ist das Bestrahlungsgebiet möglichst weit auszudehnen sowohl nach der Fläche als nach der Tiefe.

Für die hier in Frage kommenden Tumoren, die Ösophaguskarzinome ausgenommen, hat allerdings die Therapie mit radioaktiven Substanzen bis heute versagt. Es ist auch bis heute noch kein einwandfreier Fall bekannt geworden, der uns einen ermutigenden Erfolg beweisen könnte. Wir sind demgemäß bei der Behandlung der inneren Geschwülste auf die Röntgentiefentherapie angewiesen. Redner durchstrahlt eventueller Metastasen usw. wegen bei einem Tumor in der Brusthöhle den ganzen Thorax und bei einem Tumor in der Bauchhöhle die ganze Bauchhöhle in dem Sinne, daß er durch eine verschieden große Anzahl möglichst aus-

gedehnten Felder bestrahlt. Er arbeitet mit Filterstärken von 3, 4 und 5 mm (Aluminium?). In bestimmten Zeitabschnitten während der Sitzung wird der Filter gewechselt oder es wird, wenn die Strahlendosis durch ein Feld auf mehrere Sitzungen verteilt wird, bei jeder Sitzung ein anderer Filter von den angegebenen Stärken angewendet. Die Bestrahlung durch das Herz hindurch kann unbedenklich erfolgen, auch sonst sahen wir keinen Schaden der anderen inneren Organe. Um die Resorptionserscheinungen zerfallender Tumormassen nicht lebensgefährlich werden zu lassen, werden die Bestrahlungen auf 8—10 Tage verteilt unter ständiger Temperaturkontrolle; bei Fieber über 38,5 (im Rektum) wird sofort abgebrochen. Die Empfindlichkeit der Tumoren gegen Strahlung ist nach Redners Ansicht von ihrem Lezithingehalt abhängig, insofern als durch die Strahlung nach der Wernerschen Theorie das Lezithin zum Zerfall und das Zellgift Cholin zur Abspaltung gelangt, das seinerzeit den Zelltod in den bestrahlten Tumorpartien und auch in den Partien des Tumors, die von der Strahlung nicht oder nicht genügend getroffen wurden, und in die es aus der Nachbarschaft aufgenommen wird, betätigt. Die wenig gegen Strahlung empfindlichen Tumoren sucht Redner durch Hyperämisierung vermittels Thermopenetration empfindlicher zu machen.

Diskussion:

de la Camp-Freiburg berichtet über die Erfahrungen bei 46 maligen Geschwülsten. Ein günstiger Einfluß war nur in zwei Fällen von Ösophaguskarzinom zu vermissen. Der Einfluß war zu bemerken an einer Verkleinerung resp. dem Verschwinden der Tumoren bei Magenkarzinom palpatorisch, bei Lungentumor röntgenologisch, auch durch das Verschwinden von Kompressionserscheinungen usw., ferner durch das Verschwinden von Resorptionsfieber, das vor der Bestrahlung vorhanden war, Verschwinden der Kachexie und Feststellung von Körpergewichtszunahmen und endlich Verschwinden von sekundären anämischen Zuständen. Redner empfiehlt nicht zu kleine und nicht zu große Dosen auf einmal, am besten 20—30 x pro Sitzung. Je kleiner die Hodgkinschen Granulome, um so günstiger wirke die Strahlentherapie.

Reicher-Mergentheim: Für die Tiefenbestrahlung eignet sich ausgezeichnet die von mir und Lenz angegebene Methode der Adrenalin-Densensibilisierung der Haut durch Injektion oder Jontophorese, mit welchen Hoffmann (Bonn), Meidner (Berlin), Meyer (Berlin) und Holzknecht (Wien) sehr gute Erfahrungen gemacht haben. Es ist sehr erfreulich, daß auch Referent Werner sich unserer Methode bedient.

Gauß-Freiburg: Der Gynäkologe steht außerordentlich günstig hinsichtlich der von ihm zu behandelnden Tumoren da, und ebenso sicher ist es, daß die Gesetze, nach denen man bestrahlen muß, bei den internen Leiden um so schärfer angewendet werden müssen, weil das Objekt schwerer angreifbar ist. Im Gegensatz zu de la Camp glaube ich, daß man auch in der inneren Medizin von der allergrößten Strahlenmenge Gebrauch machen muß So ist es uns gerade beim Magen gelungen, einen Erfolg zu erzielen. Das war vor allen möglich durch Zurückklappen der Haut, wodurch man die gefährlichsten Strahlen von der Haut abwendet. Diese von Krönig als Türflügelschnitt bezeichnete Anwendungsweise war schon im Prinzip durch die Vorlagerung Werners bekannt geworden. Hindernd ist leider die verschiedene Radiosensibilität verschiedener Tumoren. Wir haben letzthin von der Schwermetallfiltertherapie Gebrauch gemacht (Blei-, Zink-, Kupferfilter). Penetranter ist allerdings die Mesothoriumbestrahlung. Leider ist es nicht möglich, allein mit dem Mesothorium Erfolge zu erzielen, da den einzelnen Forschern zu geringe Mengen zur Verfügung stehen. Wir sind so zur Röntgentherapie, kombiniert mit Mesothoriumtherapie, übergegangen resp. zurückgekehrt, und haben mit Schwermetallfilter geglaubt, einen Fortschritt erzielen zu können. So gelang es uns jüngst unter Anwendung eines Kupferfilters ein Portiokarzinom mikroskopisch zu verändern, trotzdem nur perkutan bestrahlt worden war. Auf dem Chirurgenkongreß ist leider nahezu ex cathedra festgelegt worden, daß die operablen Fälle nicht dem Messer entzogen werden dürfen, daß die inoperablen der Strahlentherapie gehören. Ich glaube, übereinstimmend mit Herrn de la Camp, daß solche Gesetzestafeln in der Wissenschaft nur Tod bedeuten, zumal die Resultate der Chirurgie (nach Winter) so schlecht sind, daß z. B. von Dauerheilungen nur in 2°/₀ der operierten Magenkarzinome geredet werden kann. Dabei ist die chirurgische Methode jetzt gewissermaßen auf dem Höhepunkte der Technik, während wir mit unserer Strahlentherapie noch sehr im Anfang stehen.

Küpferle-Freiburg: Die Wirkung der Röntgenstrahlen und der radioaktiven Zubstanzen ist nicht allein abhängig von der Penetrationskraft, sondern auch von der Impulsstärke, d. h. von der in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit wirkenden Energie, und da hat sich gezeigt, daß die Impulsstärke der Röntgenstrahlen ungleich viel größer ist als die der radioaktiven Substanzen. Schon aus dieser Tatsache geht hervor, daß die ganze Entwicklung der Strahlentherapie dahin drängt, für die in der Tiefe liegenden Tumoren die Röntgenstrahlen mehr anzuwenden und die radioaktiven Substanzen des Radiums und Meso-



thoriums dann in Anwendung zu bringen, wenn es sich um kleine oberflächlich liegende Tumoren handelt, oder um Tumoren in der Tiefe, an die wir gerade die radioaktive Substanz heranbringen können. Die Massendosierung bringt auch gewisse Gefahren mit sich. Man dosiere der verschiedenen Radiosensibilität der Geschwülste entsprechend individualisierend.

Falta-Wien weist auf eine kombinierte Behandlung der Leukämien und der nicht leukämischen Lymphdrüsentumoren mit Röntgenbestrahlung einerseits und mit interner Einverleibung von Thorium X andererseits hin. Große Dosen von Thorium X haben zweifellos sehr toxische Wirkungen. Die gleichzeitige Thor. X = Röntgenbehandlung ist wesentlich wirkungsvoller als die Röntgenbehandlung allein. Ich verfüge über eine große Reihe von Beobachtungen bei Fällen von myeloischer und lymphatischer Leukämie, von Lympho- und Granulomatosen, Lymphosarkomatosen und Lymphogranulomatosen, bei denen die Röntgenbehandlung entweder von vornherein versagte, oder, was viel häufiger ist, sich in ihrer Wirkung allmählich erschöpfte und bei denen die kombinierte Behandlung neue eklatante Erfolge zeitigte. Bei dieser kombinierten Behandlung werden gewöhnlich im Verlaufe von 2—4 Wochen 10—15 subkutane Injektionen von 500 st. E. Thor. X verabfolgt. Sorgfältigste Kontrolle des Blutdrucks, des Körpergewichts, der Darmfunktionen und der Leukozyten ist dabei unerläßlich.

Rieder-München: Von den Erkrankungen der blutbereitenden Organe sind besonders die regulären, d. h. nicht mit hämorrhagischer Diathese einhergehenden Formen der chronischen Leukämie, ein dankbares Objekt der Bestrahlung. So wird z. B. ein Fall von chronisch-lymphatischer Leukämie in unserer Behandlung schon seit 1908 bestrahlt und jetzt nur noch etwa alle drei Monate einer Milzbestrahlung von 3—5 x unterworfen. Es besteht vollständiges Wohlbefinden, die Leukozytenzahl erhebt sich nie über 40000 und die Milz bleibt in bescheidenen Grenzen. — Granulomatöse Tumoren gingen zurück und verschwanden oft vollständig durch die Bestrahlung, um erst nach monate- oder jahrelangen Zwischenräumen zurückzukehren. Für die Lymphosarkome gilt dasselbe wie für die Lymphogranulome. Sarkome und Karzinome innerer Organe konnten wir zeitweise bessern. In einem Falle von Magenkarzinom, wo innerhalb von sechs Monaten ca. 1500 x bei 4 mm Aluminiumfilter mit günstigstem Erfolge verabreicht wurden, schwanden die Krankheitserscheinungen vollständig, das Körpergewicht nahm erheblich zu und die Röntgenogramme ließen den fortschreitenden Heilungsprozeß am Magen deutlich erkennen. — Bei einer an Syringomyelie leidenden Patientin, die bereits seit mehreren Jahren in etwa dreimonatlichen Zwischenräumen mit harten Strahlen behandelt wird (sie erhielt regelmäßig 20 x auf die Gegend der Halswirbelsäule appliziert) ist eine erhebliche Besserung der Krankheitssymptome, besonders in der motorischen Sphäre, zu konstatieren, namentlich seit Anwendung der Tiefenbestrahlung. — Vollständige Heilung des Krankheitsprozesses erstreben wir, erreicht ist bis jetzt örtliche Heilung und scheinbare Genesung, d. h. Beseitigung der Krankheitssymptome und oft erhebliche Verlängerung des Lebens. Wir erzielen also mit Hilfe der Strahlentherapie, wenigstens bei den ihr zugänglichen Erkrankungen, besonders bei inoperablen Geschwülsten, immerhin noch weit mehr wie mit jeder anderen Therapie.

Alexander-Berlin empfiehlt die kombinierte Behandlungsmethode. Bei einem rezidivierenden Tumor in der rechten Beckenschaufel nach Karzinomoperation vor zwei Jahren, trat sofort ein Rückgang des Tumors ein, als Thorium X in den Tumor eingespritzt wurde. — Durch gleichzeitige Darreichung von Arsen oder Arsenpräparaten vermeiden wir die Resorptionskachexie.

v. Hoeßlin-München bespricht einige Bilder von Milztumoren, die sich auf Röntgentherapie refraktär erwiesen, dann aber im Anschlusse an die Radiumtherapie sich ausgezeichnet besserten. Die Radiumröhre von 1 mm Messingrohr war von der Haut durch eine Korkschicht getrennt.

Gunsett-Straßburg bespricht zunächst auf Grund eines seiner Fälle die gute Beeinflussung von Hypophysistumoren bez. Akromegalie. Bisher sind ja nur höchstens drei oder vier derartige Fälle bekannt. Die vorhandene bitemporale Hemianopsie verschwand nach und nach bis zu einem normalen Sehfeld. Der Hypophysentumor ist dem Gehirngewebe gegenüber ein ziemlich radiosensibles Gewebe. Die Kreuzfeuerbestrahlung läßt sich, wie leicht erklärlich, bei der Hypophyse optimal anwenden, was ein großer Vorteil ist.

Gauß-Freiburg: Für die Anwendung der harten Strahlung ist zuerst Perthes eingetreten. Daß eine Röntgenkachexie durch zu harte Strahlen vorkommt, ist uns nicht bekannt geworden. Den Patienten, denen wir so große Dosen gegeben haben, ist es immer wesentlich besser gegangen als vorher. Sehr große Dosen, auf eine mit Metastasen durchsetzte Leber gegeben, haben, wie die Obduktion und das Mikroskop bewies, dem normalen Lebergewebe nichts getan. Man soll nicht unter einer bestimmten Dosis geben. Der Karzinomzelle soll, nach dem Vorschlag von Pagenstecher, nicht Zeit gelassen werden, sich zu ernähren.

Menzer-Bochum: Nach der gynäkologischen Therapie dürfen innere Tumoren nicht bestrahlt werden. Denn z. B. beim Uteruskarzinom beginnt nach den ersten großen Dosen eine intensive Sekretion des abgestorbenen, zerfallenen Materials. Machen Sie dasselbe beim Magentumor, ja, da haben wir eine Fläche, auf die sezerniert wird, aber das meiste wird resorbiert und wir haben die Gefahr der Intoxikation. Ob das vielgepriesene Mesothorium X, das im vorigen Jahre so gelobt wurde, das richtige ist, ob man



nicht lieber organische Arsenpräparate nimmt, mag dahin gestellt sein. So schlecht, wie Herr Gauß die chirurgischen Erfolge gemacht hat, sind sie nicht.

Meyer-Betz-Königsberg. Da uns kein Radium zur Verfügung steht, haben wir nur mit Röntgentechnik Erfolge. Bei Leukämieen sei man mit der Dosierung vorsichtig. Wir haben einen Fall beobachtet, bei dem entschieden der Exitus dadurch beschleunigt wurde, daß in der Dosis die Bestrahlung zu hoch gegriffen war. Anders bei Bestrahlung der inneren Tumoren. Hier haben wir nach kleineren Dosen zweifellos plötzliche Metastasierungen von Magenkarzinomen erlebt. Bei Lymphosarkomen sahen wir sehr schöne Erfolge.

Rostoski-Dresden: Von 17 Fällen von Neubildungen in der Brusthöhle erzielten wir mit Röntgenstrahlen in vier Fällen von Mediastinaltumoren bei dreien den bekannten Erfolg einer weitgehenden Besserung bis $^5/_4$ Jahr, der vierte Fall wird nun seit über drei Jahre beobachtet. Ähnliches ist von Lungentumoren zu berichten. Intensive Dosen, wie sie von Gynäkologen empfohlen worden sind, wurden von uns bisher nicht angewandt. Ein schneller Zerfall eines Lungentumors ist schon aus dem Grunde nicht wünschenswert, weil hier zur Gefahr der Resorption noch die der Aspiration hinzukommt.

Werner-Heidelberg (Schlußwort). Was die Begrenzung der operativen und der radiologischen Behandlung der malgnen Tumoren anbetrifft, so kann selbstverständlich kein Kongreß beschließen: Jetzt darf man nicht bestrahlen, jetzt darf man nur operieren oder umgekehrt. Es färben natürlich die Beschlüsse der Kongresse ein bißchen ab. Wenn ein Chirurgenkongreß darüber zu urteilen hat, so wird er selbstverständlich ein bißchen chirurgisch urteilen, und wenn die Radiologen Kongreß haben, so werden sie etwas radiologoisch urteilen; das ist selbstverständlich. Zurzeit sind die Resultate der Radiumtherapie noch nicht so gesichert, als daß man als allgemeine Regel aufstellen dürfte: diese und diese inneren Karzinome werden jetzt bestrahlt, nicht operiert. Aber die erfahrensten Radiotherapeuten dürfen mit aller Vorsicht tastende Versuche machen, um auch die günstig gelegenen, vorläufig noch im allgemeinen operativ zu behandelnden Fälle ausnahmsweise auch radiotherapeutisch anzugehen.

Zusammengestellt und gekürzt, teils nach Autoreferaten und dem Stenogramm der Diskussion von A. Köhler (Wiesbaden).

Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

Sitzung vom 22. Mai 1914. Referent: Immelmann.

1. S. R. Becker, Direktor des städtischen Fürsorgeamts für Lungenkranke in Charlottenburg: **Über die Lungentuberkulose im kindlichen Alter.**

Vortragender demonstrierte eine Reihe von Bildern von Lungentuberkulose bei Kindern. Er besprach zunächst an der Hand von Skizzen kurz die Anatomie der Bronchialdrüsen und ihre Darstellbarkeit mittels der Röntgenstrahlen. Man unterscheidet nach Sukiennikow bzw. Bartels die Lymphoglandulae tracheo-bronchiales, bifurcationis, broncho-pulmonales und pulmonales. Die Bronchien überschreiten den Mittelschatten rechts unmittelbar über dem Bogen des rechten Vorhofs, links etwas oberhalb über dem Bogen des linken Ventrikels. Die Drüsen der rechten Seite sind besser darzustellen als links, weil 1. die Trachea etwas rechts von der Mitte der Wirbelsäule verläuft und deshalb dem rechten Schattenrande näher liegt als dem linken, 2. der Mittelschatten in seinem oberen Teile rechts fast geradlinig verläuft, während links die Bogen der Aorta und der Pulmonalis die Schatten der Trachea-bronchial-Drüsen verdecken können, 3. der Schatten des linken Ventrikels die Abgänge der Hauptverzweigungen des linken Bronchus, in denen die Broncho-pulmonaldrüsen liegen, zum großen Teil verdeckt. Die Glandulae bifurcationis werden allgemein für nicht darstellbar gehalten, da sie in den Herzschatten fallen. Nach der Ansicht des Vortragenden besteht aber doch die Möglichkeit, daß diese Drüsen am oberen Rande des rechten Vorhofschattens sichtbar werden, wenn der rechte Stammbronchus, nicht parallel mit dem Herzschatten, sondern mehr horizontal verläuft, wie dies auf einer Abbildung des Munkschen Grundrisses, die die Verzweigungen des mit Schrot gefüllten Bronchus darstellt, zu sehen ist. Der Vortragende demonstrierte dann eine Reihe von teils einfach geschwollenen, teils verkalkten Tracheo-bronchial-, Bronchopulmonal- und Pulmonal-Drüsen. Er zeigte die ersten Übergänge des Prozesses auf die Lungen nach oben, nach der Seite und nach unten und hob besonders hervor, daß in diesen Fällen klinisch gar keine oder nur ganz unbedeutende Erscheinungen vorhanden waren. Er



zeigte weiter, wie — nach der eingeleiteten Heilstättenkur — die Schatten, welche zuerst einen mehr diffusen Charakter hatten, später ein gewissermaßen geschrumpftes, schärfer konturiertes Aussehen hatten, und er gab der Ansicht Ausdruck, daß, da zwischen den verschiedenen Aufnahmen bei demselben Kranken ein längerer Zeitraum — bis zu vier Jahren — lag, und da das subjektive Befinden und der klinische Befund in diesen Fällen eine Heilung oder wenigstens ein Stationärwerden des Prozesses annehmen ließ, diese schärferen Schatten wahrscheinlich anatomischen Heilungsvorgängen, Vernarbungsprozessen entsprächen. Auch an vorgeschritteneren Fällen lassen sich manchmal solche Heilungsvorgänge nachweisen. Ein Fall war besonders bemerkenswert. Dieser — ein 9 jähriges Mädchen — zeigte schwere klinische Erscheinungen, intensive Dämpfung unterhalb des linken Schlüsselbeines, Bronchialatmen, klingendes Rasseln, und reichlich Bazillen. Der Zustand und der klinische Befund besserte sich ganz unerwartet durch lange fortgesetzte Krankenhausbehandlung — für Heilstätte schien der Fall nicht mehr geeignet — und durch anschließenden lange währenden Landaufenthalt. Die Röntgenaufnahme ergab einen ausgedehnten Schatten der linken Lunge, der sich vom Sternoklavikulargelenk in einem großen Bogen bis an den Schatten des linken Ventrikels erstreckte. Der Schatten war in der Hilusgegend am intensivsten, nach außen zu ziemlich gleichmäßig, und setzte sich gegen die gesunde Lunge auffallend scharf ab. Dieser Schatten entsprach offenbar ausgedehnten Heilungsvorgängen durch Narbengewebe in der Lunge und durch Pleuraverwachsungen.

Der Vortragende bemerkte zum Schluß, daß nach seinen Erfahrungen an dem reichen Material des Charlottenburger Fürsorgeamts die Röntgenuntersuchung gerade auch bei Kindern im schulpflichtigen Alter von hervorragender Bedeutung wäre, und in viel ausgedehnterem Maße zur Anwendung gezogen werden müßte, als es bis jetzt ganz allgemein der Fall wäre.

Stabsarzt Frik: **Die Diagnose der Lungenkrankheiten im Röntgenbild.** Projektionsvortrag an Hand von 66 Bildern aus dem Röntgenlaboratorium der I. Mediz. Klinik (Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. His).

An Bildern von normalen Lungen wurde zunächst die Lungenzeichnung demonstriert, dabei kurz auf ihre verschiedenen Deutungen eingegangen und die vorwiegende Beteiligung der Blutgefäße an ihrem Zustandekommen unterstrichen. Demonstration von Mamillen, deren rundliche Schatten Ungeübte irreführen können; Mamillen, die auf dem Röntgenbild erscheinen, sind durchaus nicht immer besonders groß oder derbe; vielleicht geben sie einen deutlicheren Schatten, wenn sie gerade während der Aufnahme erigiert sind. Demonstration des Subklavia-Schattens im linken Spitzenfeld.

Von Lungenerkrankungen wurden zunächst in Ergänzung des Vortrags von Herrn Becker verschiedene Erscheinungsformen der Lungentuberkulose beim Erwachsenen gezeigt. Neben den bekannten Bildern ein sehr charakteristisches Bild von einseitiger Spitzentuberkulose, wie es auf der I. Med. Klinik häufiger beobachtet ist; der Vortragende hat ähnliche Bilder noch nirgends publiziert gefunden. Es handelt sich um eine intensive (meist etwas flockige, manchmal ganz dichte) Verschattung einer (meist der rechten) Spitze. Der Schatten ist nach unten außerordentlich scharf abgegrenzt durch eine vom Hilus schräg nach lateral und oben ziehende, nach der Spitze zu konvexe Bogenlinie; unterhalb dieser scharfen Grenze ist die Lunge ganz frei von abnormen Schatten, es besteht hier eher eine stärkere Aufhellung. In einem Fall konnte die Entstehung dieses Bildes im Lauf eines Jahres beobachtet werden; die Röntgenbilder wurden gezeigt. Gedeutet wurden diese Bilder als chronisch verlaufende Spitzentuberkulose, die an der Ober-Mittellappengrenze halt gemacht und zu starker Schrumpfung des ganzen Oberlappens geführt hat; daher die nach oben konvex verzogene Ober-Mittellappengrenze und unter ihr das kompensatorische Emphysem. Eine Bestätigung dieser Deutung durch Autopsie konnte bis jetzt nicht erlangt werden.

Bei der Besprechung der pleuritischen Ergüsse konnte an zwei Fällen mit sehr großen Exsudaten, die das Zwerchfell nach unten durchgebogen hatten, gezeigt werden, daß beim Ablassen eines Teiles — bis 1800 ccm — der Flüssigkeit durch Punktion zunächst der obere Flüssig-



keitsspiegel nicht erheblich sinkt, sondern vor allem der intraobdominale Druck den Grund des Exsudates hebt.

Weiter wurde an einigen Bildern gezeigt, daß bei mittelgroßen und großen pleuritischen Exsudaten der obere Teil des Exsudatschattens zuweilen sichelförmig von lateral und oben die Lungenspitze umgreifen kann, abweichend von der üblichen, in den Büchern abgebildeten Form des schräg gestellten Spiegels bei großen Exsudaten.

Einem Bild von interlobärer Pleuritis bei Tuberkulose folgte ein solches von einer ganz akut entstandenen Interlobärpleuritis an der Ober-Mittellappengrenze bei einem jungen Mann, der keinerlei Zeichen von Tuberkulose bot. Die Resorption des Exsudats innerhalb fünf Wochen konnte an mehreren Bildern hintereinander gezeigt werden; zum Schluß blieben nur noch einige der Ober-Mittellappengrenze entsprechende ziemlich scharf gezeichnete Schattenstreifen (Stränge?) übrig.

Es folgten Bilder von Pyo-Pneumothorax, spontanem und künstlichem Pneumothorax ohne Erguß bei Tuberkulose, ein Bild von Karnifikation der ganzen linken Lunge nach chronischer Pneumonie mit Verziehung des ganzen Mediastinums in das linke Lungenfeld hinein; ein Bild von Bronchiektasie; bei einem Fall von Lungenabszeß konnte der Heilungsverlauf von der großen Abszeßhöhle mit horizontalem Flüssigkeitsspiegel bis zur Vernarbung gezeigt werden. Ein Fall zeigte Abszesse in beiden Lungen durch Embolie bei puerperaler Sepsis; an ihm konnte gezeigt werden, wie eine an ihrem Inhalt mit horizontalem Spiegel deutlich erkennbare Abszeßhöhle nach acht Tagen im Röntgenbild spurlos verschwunden war. Da nicht anzunehmen ist, daß eine solche Höhle in acht Tagen ohne Hinterlassung von sichtbaren Narbenschatten heilt, wurde der Befund so gedeutet, daß nur der Inhalt der Höhle inzwischen ausgehustet war und daß der Hohlraum nicht mehr festgestellt werden konnte, weil die überlagernde gesunde Lungenpartie auch in ihm Lungenzeichnung erscheinen ließ und für die Bildung einer Membran bei dem akuten Entstehen der Höhle keine Zeit gewesen war. Der Fall wurde gezeigt als Beispiel dafür, wie auch nicht ganz kleine Kavernen auf dem Röntgenbild völlig unsichtbar sein können.

Endlich wurden eine Reihe von Lungentumoren gezeigt: erst primäre Bronchus-Krebse, dann ein Lymphogranulom der Mediastinaldrüsen mit Metastasen in der Pleura (Sektionsbefund!), Karzinose der Pleura nach Brustkrebs, multiple Sarkommetastasen in der Lunge bei Hodensarkom und endlich ein spontan entstandener, doppelseitiger Pneumothorax, wahrscheinlich infolge von Metastasen eines vor zwei Jahren operierten Sarkoms des Oberschenkels. (Der letztgenannte Fall wird von klinischer Seite noch veröffentlicht werden).

---

b) Journalliteratur.

Deutsche medizinische Wochenschrift. 1913. Nr. 47.

Schlesinger: **Über den gegenwärtigen Stand der Radiumtherapie bösartiger Geschwülste.** Sein Standpunkt ist: Mit Ausnahme ganz oberflächlicher Hautkankroide ist keine bösartige Neubildung, die noch irgendeine Aussicht einer radikalen Entfernung durch das Messer gibt, Gegenstand der Bestrahlungstherapie. Das unumstrittene Gebiet des Radiums ist die Behandlung inoperabler Krebse und der Operationsrezidive. Wichtig ist die Menge der verabreichten Strahlen, da nur große Dosen zerstörend wirken, kleine das Wachstum der Geschwulst fördern. Die Technik ist dementsprechend, Schl. arbeitet mit großen Dosen durch dünne Metallfilter gesichteter Strahlen unter möglichster Vermeidung von Sekundärstrahlen. Schädigungen sind bei der Haut seltener und gutartiger als bei Röntgenbehandlung. Dagegen treten solche durch Gewebszerfall ein, die als Intoxikation mit resorbiertem Gewebe aufzufassen sind. Eine besonders verschiedene Radiumempfindlichkeit der verschiedenen Krebsformen ist bis jetzt nicht sicher beobachtet, daß manche besser reagieren, liegt an der günstigeren, durch die Strahlung leicht erreichbaren Lage. (Portio, Mastdarmkarzinom.) Dagegen scheinen alle Sarkome recht empfindlich gegen die Strahlen zu sein.

Simmonds: **Über Mesothoriumschädigung des Hodens.** Versuche an Kaninchen ergaben, daß Mesothorium die Hodenzellen genau so wie Röntgenstrahlen schädigt Schon kleine Mengen genügen. Große Dosen vernichten die Keimzellen vollständig und heben damit die Zeugungsfähigkeit auf.



Chilaiditis: **Dauernde Epilation durch Röntgenstrahlen ohne Schädigung der Haut.** Wachsendes Gewebe ist gegen R.-Strahlen besonders empfindlich. Die Haarpapille ist sonst fast gleich in der Empfindlichkeit wie die Haut, sie wird empfindlicher, wenn sie junges Haar produziert, also nach mechanischer Entfernung desselben. Am fünften Tag danach ist die Empfindlichkeit am größten; sie ist da bis doppelt so groß wie die der ungereizten Haut. Wenn man also eine Stelle radikal epilieren will, muß man erst die Haare einzeln mit der Pinzette mechanisch entfernen und danach mit etwa 8—12 filtrierten Holzknechteinheiten bestrahlen. Meistens genügt eine Bestrahlung nicht, namentlich sind Flaumhaare sehr widerstandsfähig. Nach der zweiten Bestrahlung wiedererscheinende Haare werden elektrolytisch entfernt. An 30 Fällen hat er das Verfahren bewährt gefunden.

Nr. 48. Wittig: **Behandlung des Bubo mit Röntgenstrahlen.** Sehr günstige Ergebnisse der Bestrahlung von Bubonen aller Art mit $^1/_3$—$^1/_2$ E.-Dosis. Auch Bubo nach Ulcus molle ging schnell zurück. Der Vorteil tritt besonders bei körperlich schwer Arbeitenden zutage, die bei dieser Behandlung ihrer Beschäftigung ohne Schmerz und Schaden nachgehen können.

Nr. 51. Allmann: **Vorsicht beim Umgang mit radioaktiven Substanzen.** Silber scheint durch die Strahlen brüchig zu werden, wie A. aus dem Zerbrechen einer Silberhülle schließt, die ein mit Radium beschicktes Glasrohr schon seit vielen Monaten umschloß. Vor Einführung in Tumoren usw. soll man daher diese Hüllen sorgfältig prüfen, um Verluste an Radium und Schädigung der Patienten zu vermeiden.

Nr. 52. Klotz: **Ersparnis an strahlender Energie bei der Behandlung des inoperablen Karzinoms.** Wegen der hohen Kosten und der möglichen Schädigung gesunder Teile ist die Röntgenbehandlung möglichst abzukürzen bei gleicher Energie. Die Beschleunigung der Wirkung läßt sich erreichen durch die modernen Apparate, die bei entsprechend gebauten Röhren große Tiefendosen homogener Strahlen hergeben. Das Tumorgewebe selbst aber kann chemisch beeinflußt und dadurch empfindlicher gemacht werden. Als Mittel dazu hat sich Elektrokobalt, ein von Clin-Paris hergestellter kolloider Kobalt, bewährt. Dieses Mittel wirkt schon für sich allein, intravenös angespritzt, tumorerstickend und kann völlige Heilung herbeiführen. Bei der Bestrahlung bilden sich außerdem in diesen Schwermetallteilchen noch Sekundärstrahlen und das Mittel erzeugt auch noch im Tumor Hyperämie, welche ebenfalls noch zur größeren Empfindlichkeit für die Strahlen beiträgt. Genaue Beschreibung der Technik.

Salzmann: **Untersuchungen über den Ersatz radioaktiver Substanzen durch Röntgenstrahlen bei der Tiefentherapie.** An Stelle der Kapseln mit radioaktiven Substanzen legt er kleine Blöcke von bestimmten Metallen — er fand experimentell Kadmium als das beste — in die Tumoren oder in deren Nähe, damit die von den Blöckchen selbst ausgehenden Sekundärstrahlen bei Röntgenbehandlung von außen den Tumor auch von innen angreifen. Durch Versuch hat er festgestellt, daß die Metalle zwischen 107 und 120 Atomgewicht die vorteilhafteste Sekundärstrahlung besitzen, deshalb wählte er Kadmium, welches von dieser Metallgruppe das beste Resultat gab.

1914. Nr. 1 und 3. Sellheim: **Strahlenbehandlung von Geschwülsten.** Bringt die bekannten physikalischen, biologischen und pathologischen Tatsachen über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf Geschwülste. Wenn auch noch nicht Vollkommenes erreicht ist, so bieten doch die Resultate schon mancherlei Aussichten auf Besseres.

Nr. 2. Bacher: **Zur Radiologie des pankreaspenetrierenden Magenulkus ohne pylorospastischen Sechs-Stunden-Rest.** Bei manchen Magengeschwüren fehlt der Pylorospasmus. Bei vier seiner eigenen Fälle wurde stets gefunden, daß das Geschwür in der Pankreas durchbrochen war, wenn der Pylorospasmus ausblieb. Er erklärt dies durch Hypersekretion der Pankreas, welches reflektorisch die Magenbewegung anregt, trotzdem ein Geschwür in demselben liegt.

Nr. 11. Wassermann: **Analyse der Wirkung radioaktiver Substanzen auf Mäusekarzinom.** Durch seine Versuchsanordnungen, die im Original nachzusehen sind, schaltete er zunächst die Möglichkeit einer Wirkung durch das Blut aus. Sodann stellte er fest, daß die radioaktiven Strahlen unmittelbar auf die Krebszelle wirken, daß diese Wirkung aber nicht darin besteht, daß sie die Krebszelle abtöten, sondern daß nur derjenige Teil getroffen wird, der die Vermehrung besorgt. Es wirken daher bei der Krebszelle die Strahlen auf ihren Fortpflanzungs- nicht auf den Nährapparat. Die zur Vermehrung unfähig gemachten Zellen gehen durch Altern zugrunde oder werden durch die normalen zelltötenden Kräfte des Organismus getötet. Je reicher ein Gewebe an regenerations- und proliferationsfähigen Zellen („Genozeptore") ist, desto empfindlicher ist es für radioaktive Strahlen. Daraus erklärt sich die elektive Wirkung überhaupt und die außerordentlich verschiedene Radiosensibilität der verschiedenartigen Geschwülste im besonderen. Trapp (Riesenburg).

Medizinische Klinik. 1914. H. 12.

Peham: **Röntgen- und Radiumbehandlung in der Gynäkologie.** Die Wirkung der Röntgenstrahlen bei Myomen, Metrorrhagien und Dysmenorrhoen besteht darin, daß sie die Ovarien atrophisch machen. An eine spezifische Wirkung auf die Myomzelle glaubt P. nicht, da er bei vorerst bestrahlten und dann operierten Myomkranken niemals Veränderungen nachweisen konnte, die man auf das Konto

der Röntgenbehandlung hätte setzen können. Bei geeigneter Tecknik üben die Röntgenstrahlen auf die meisten Myome einen günstigen Einfluß aus. Die beste Prognose geben Frauen am Rande der Klimax, wo das Ovar schon natürlich zu atrophieren beginnt. Karzinom muß vorher ausgeschlossen werden. Jugendliche Individuen sind von der Röntgenbehandlung auszuschließen und palliativ oder gar nicht zu behandeln und in den Fällen, wo eine Behandlung nötig ist, der Operation zuzuführen. Nur wenn eine absolute Kontraindikation gegen die Operation vorliegt, dürfen sie bestrahlt werden (Herzfehler, Nephritis usw) Dysmenorrhoe ist niemals eine Indikation für Röntgenbestrahlung. Kraurosis und Pruritus vulvae mögen bestrahlt werden, wenn auch die Erfolge sehr fraglich sind. Ein Myom, welches nach dem Klimakterium Blutungen macht, ist unbedingt zu operieren. Über die Behandlung des Karzinoms mit Röntgenstrahlen kann noch nichts Entscheidendes gesagt werden. P. hat nur inoperable Fälle mit Röntgen und Radium behandelt und sehr ermunternde Erfolge gehabt. Von einer Heilung wagt er nicht zu sprechen, trotzdem bei einem behandelten Karzinom der Vulva und einem behandelten anfangs inoperablen Uteruskarzinom z. Z. nichts von einem Karzinom zu finden ist. Quälende Tenesmen, Abgang von Schleim usw. aus dem Darm, zwangen wiederholt zum Aussetzen des Verfahrens. Sechs anfänglich inoperable Fälle wurden operabel gemacht und bei den absolut inoperablen Fällen wurde stets ein günstiger lokaler Einfluß wahrgenommen. P. glaubt, daß sich die unangenehmen Nebenwirkungen mit Verbesserung der Technik vermeiden lassen werden.

Heft 14. Mahler: **„Myomherz“ und Tiefentherapie.** Mahler schließt sich der Ansicht Görls an, daß man in dem Myomherzen das Gesamtresultat der durch die Blutungen und durch die veränderte Ovarialfunktion verursachten Schädigungen hat. Bei kleinen Myomen fand er nie Herzbeschwerden, bei größeren häufig und zwar auch, wenn die Myome selbst symptomlos verliefen. Dabei kann es zu Dilatation, Hypertrophie und Blutdrucksteigerung kommen. In der Hauptsache sind die Herzbeschwerden der Myomkranken jedoch funktioneller Natur. Unter dem Einfluß der Tiefenbestrahlung der Myome schwinden die subjektiven Symptome und auch die objektiven Symptome ändern sich in vielen Fällen zur Norm, was M. als Folge der Strahlenwirkung auf die Ovarien auffaßt. Auch bei chronischen Adnexerkrankungen empfiehlt M. die Radiotherapie. Nonnenbruch (Würzburg).

Comptes rendus. Bd. 158. S. 944. 1914.

M. de Broglie und F. A. Lindemann: **Ein neues Verfahren zur schnellen Aufnahme von Röntgenstrahlenspektren.** Auf eine Glimmerplatte, die um einen Zylinder herumgerollt ist, fällt ein von einem Spalt ausgehendes Röntgenstrahlenbündel so, daß alle Einfallswinkel vom streifenden Eintritt an vertreten sind. So findet also jeder Strahl des Spektrums seinen zugehörigen Einfallswinkel, d. h. es werden alle Strahlen desselben gleichzeitig reflektiert, und eine Drehung des reflektierenden Kristalls, wie bei dem früheren Apparat von Broglie (s. Fortschr. Bd. 22, S. 149) ist also nicht mehr nötig. Daß man das ganze Spektrum gleichzeitig erhält, während früher die einzelnen Teile desselben nacheinander zur Abbildung gelangten, ist ebenfalls von Vorteil. Auch läßt sich die Aufnahmezeit jetzt auf einige Minuten verkürzen. Die Dispersion in den verschiedenen Teilen des Spektrums ergibt sich aus der Gleichung $\gamma = 2d \sin \alpha$, wo λ die Wellenlänge, d eine Konstante des Raumgitters des Kristalls und α das Komplement des Einfallswinkels des Strahls auf denselben ist. Rollt man den Glimmer auf einen Zylinder auf, dessen Querschnitt eine logarithmische Spirale mit der Strahlenquelle als Pol ist, so fallen alle Strahlen unter gleichem Winkel ein, und es wird also auch nur die zu diesem Winkel zuhörige Wellenlänge reflektiert, so daß man auf diese Weise ein monochromatisches Strahlenbündel von größerer Winkelausdehnung erhält.

Archives of the Roentgen ray. Nr. 165. Bd. 18. S. 412. 1914.

R Morton: **Die Unterdrückung des verkehrten Stromes nebst einigen Bemerkungen über Induktoren und Unterbrecher.** Zunächst macht Verfasser darauf aufmerksam, daß man sich bei einem mit Unterbrecher betriebenen Induktor niemals durch das Aussehen der Funkenentladung täuschen lassen soll, da diese oft zum großen Teil aus Funken verkehrter Richtung (Schließungsfunken) besteht, zumal wenn die Funken sehr schnell aufeinander folgen. Zur vollständigen Unterdrückung des Schließungsfunkens wird dann eine Vorrichtung beschrieben, die genau mit derjenigen übereinstimmt, die schon im Jahre 1910 von Arcelin angegeben wurde (s. Fortschritte Bd. 17, S. 113).

Strahlentherapie. Bd. 4. Heft 2. S. 788. 1914.

Kirstein: **Zur Frage der direkten Dosimetrie.** Von Kienböck ist die Behauptung aufgestellt worden (s. diese Fortschr. Bd. 21, S. 711), daß das Verhältnis zwischen den mit dem Sabouraud und Noiréschen Reagenzkörper und den mit seinen Quantimeterstreifen ermittelten Werten einer bestimmten Strahlendosis bei Anwendung sehr harter Strahlen — also in der Tiefentherapie — größer sein müsse als bei der als normal geltenden mittelweichen Strahlung, weil nämlich der erstere Reagenzkörper dicker sei, und daher in ihm die härtere Strahlung relativ mehr zur Wirkung gelange als in letzteren. Im Gegensatz dazu findet jedoch Verfasser, daß bei seinen Versuchen, wobei stets unter 3 mm Aluminium, d. h. also mit sehr harter Strahlung gemessen wurde, nur 15% der Fälle der Kienböckschen Behauptung entsprachen, während 54% derselben den richtigen Wert jenes Verhältnisses und 31% sogar das Umgekehrte jener



Behauptung ergaben. Zur Erklärung dieser Unstimmigkeiten verweist Verfasser auf eine Mitteilung von H. E. Schmidt (s. Fortschr. Bd. 22, S. 153); und es scheint, als ob er dieselben auf eine zu große Empfindlichkeit seiner Quantimeterstreifen zurückführen will. Indessen wäre es aber auch wohl möglich, daß der Grund dafür in der ja gerade a. a. O. von Schmidt nachgewiesenen Nachdunkelung der Farbenskalen zum Sabouraud-Instrument zu suchen ist.

Bd. 4. Heft 2. S. 785. 1914.

E. Schlesinger und K. Herschfinkel: **Über die Möglichkeit, die Sekundärstrahlung bei der Anwendung ultrapenetrierender Strahlen zu verhindern.** Nach den Versuchen der Verfasser beträgt die von den γ-Strahlen eines Mesothorpräparates erzeugte Sekundärstrahlung, wenn man die für Blei = 100 setzt, für Kupfer 61, Messing 58, Neusilber 56, Aluminium 52, Firnis 50, Seide 46, Wolle 43, Baumwolle 42, Paraffin 41 und für Kautschuk verschiedener Art 30—35. Danach würden also Kautschuküberzüge zum Abfangen der Sekundärstrahlung am geeignetsten und das neuerdings in dieser Beziehung vielfach empfohlene Messing schlechter sein als z. B. Aluminium sein, wie auch wohl kaum anders zu erwarten war. Walter (Hamburg).

Archiv für Verdauungskrankheiten mit Einschluß der Stoffwechselpathologie und der Diätetik. Band XX, Heft 1.

A. Reizenstein und F. Frei: **Röntgenologisches und Klinisches zur Frage des Sanduhrmagens.** Die Verf. geben an der Hand von 19 Krankengeschichten einen kasuistischen Beitrag zur Frage des Sanduhrmagens. Der Arbeit sind 27 Figuren — Skizzen — beigegeben, welche zwar in anschaulicher Weise das geschilderte und besprochene erläutern, welche aber in solch diffizilen und doch auch interessanten Fällen wohl besser durch Beibringung der Röntgenphotographien ersetzt worden wären. — In sieben Fällen findet sich eine Kontrolle durch die Operation. Auf Grund ihrer Beobachtungen kommen die Verf. zu folgenden Schlußfolgerungen: 1. Röntgendurchleuchtung und -photographie in Verbindung mit dem klinischen Befunde ermöglichen die sichere Trennung zwischen anatomischen und rein spastisch intermittierenden Sanduhrmagen (1). 2. Die Enge der Stenose erscheint im Röntgenogramm stärker ausgeprägt, als man nach den klinischen Erscheinungen zu erwarten hatte, was jedoch durch den Operationsbefund nicht bestätigt werden konnte. (3. 4. 5.) 3. Die bisherige Annahme, daß Atropin spastische und organische Formen sicher unterscheiden läßt, glauben die Verf. zurückweisen zu müssen. Warum? Weil sie in einem Fall nach Einspritzung einer 1‰ Atropinlösung „den Sanduhrmagen noch deutlicher hervortreten, den Isthmus noch enger werden sahen." — Dieser einen Beobachtung (ob sie wirklich einwandsfrei auf die Atropindarreichung zurückzuführen ist, möchte Ref. bestreiten) stehen jedoch viele von Bergmann, Rieder und der Holzknechtschen Schule gegenüber, die gerade nach Atropin oder Belladonna eine Krampfaufhebung beobachteten und dieses Mittel zur Differenzierung von anatomischen oder durch nervöse Einflüsse bedingten Spasmen warm empfahlen. — Die Verf. geben ferner kurz an, daß sie auch am Darm nach Atropindarreichung eine Verstärkung der Spasmen beobachtet hätten, jedoch stehen nähere Angaben und Mitteilungen hierüber noch aus. — Im übrigen hat Ref. den Eindruck, daß die durch die Radiologie erhobenen Befunde etwas überschätzt und zu hoch bewertet worden sind. — Der Grundsatz, daß das Röntgenverfahren des Magen- und Darmtraktus nur im Zusammenhang mit dem klinischen Gesamtbefunde befriedigende Resultate liefern wird, kann nicht oft genug betont werden. — Eine einseitige Loslösung schadet der Sache mehr, als daß sie ihr nützt. Hörder (Godesberg).

Zentralblatt für Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete. 1913. Nr. 10 enthält einen Bericht über die **Röntgenologische Sektion des XVII. Internationalen Kongresses für Medizin in London** vom 5.—12. August 1913 von Haenisch-Hamburg, sowie ein kurzes Referat über die **I. Studienreise der Deutschen Röntgengesellschaft nach Wien** vom 15.—20. September 1913 von Bucky-Berlin.

In Nr. 11 findet sich ein kurzer Bericht über **Vorträge aus verschiedenen Sektionen des XVII. Internationalen Kongresses in London** von Stein-Wiesbaden, ein Referat über **„die Strahlentherapie der Krebse auf den III. Internationalen Konferenz für Krebsforschung"** vom 1.—5. August 1913 in **Brüssel** von Sticker-Berlin, sowie ein Bericht über einzelne Vorträge auf dem **XIX. Kongreß Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien** vom 21.—25. September 1913 von Eisler-Wien.

Nr. 12. F. Eisler-Wien: **Über die Verwendung von Verstärkungsschirmen.** Er empfiehlt die Heyden-Folie. Im Gegensatz zu Eisler kann Referent die Verwendung von Verstärkungsfolien bei der Nierenuntersuchung nicht gutheißen.

1914. Nr. 1 u. 2. Lazarus-Berlin: **Stand und neue Ziele der Radiummesothoriumtherapie.** Schluß folgt.

Holzknecht und Sommer-Wien: **Ein neues Konstruktionsprinzip für Röhrenkästchen, das Schwäbekästchen für Aufnahme und Therapie.** Mit 10 Abbildungen auf Tafel I—VI. Der Blendenkasten ist vermittelst Gegengewichten schwerlos aufgehängt, so daß zur Fixierung desselben nur ein leichter Arm erforderlich ist (siehe die Abbildungen).

Das Heft enthält weiter Berichte von Meyer-Berlin und Eisler-Wien über Verhandlungen über **die Strahlenbehandlung des Krebses in der Berliner Medizinischen Gesellschaft** und auf dem **Naturforscher- und Ärztetag in Wien.**



Nr. 3. Szilard-Paris: **Ein neuer Apparat für sämtliche Radioaktivitätsmessungen.**

Lazarus-Berlin: **Stand und neue Ziele der Radiummesothoriumtherapie.** Interessante Übersicht. Zu kurzem Referat nicht geeignet. Die in der Berliner Medizinischen Gesellschaft sich an den Vortrag von Lazarus anschließende Diskussion referiert Meyer-Berlin in Heft 1—3 des Zentralblattes.

Haenisch (Hamburg).

Archiv für physik. Medizin. Bd. VIII, Heft 4.

H. E. Schmidt-Berlin: **Zur Strahlenbehandlung des Krebses.** Die strahlende Substanz ist kein Allheilmittel des Krebses, wie vielfach geglaubt wird, da sie nur rein örtlich wirkt, während der vorgeschrittene Krebs meist eine Allgemeinerkrankung ist; eine Bestrahlung des ganzen Körpers mit zur Abtötung der Krebszellen nötigen Dosen würde aber den ganzen Organismus schwer schädigen. Der Strahlenbehandlung sind nur inoperable Fälle zur event. Besserung, operierte zur prophylaktischen Bestrahlung und nur solche operable Fälle zu unterziehen, welche der Kontrolle des Tast- und Gesichtssinnes völlig zugänglich sind, also Haut-, Lippen- und Karzinome der äußeren Genitalien, nicht aber der Portio. Röntgen-, Radium- und Mesothorstrahlen sind gleichwertig; letztere beiden haben den Vorteil der direkten Applizierungsmöglichkeit, doch hält es Verf. für einen Fehler, die strahlende Substanz direkt an gesundes Gewebe, das zwischen Strahlenquelle und Krankheitsherd gelegen ist, zu bringen, da auch bei reiner Verwendung von γ-Strahlen das normale Gewebe zu stark geschädigt wird; er fordert in diesem Falle Distanzbestrahlung. Der Erfolg hängt hauptsächlich von der Radiosensibilität des betreffenden Karzinoms ab, die beim Mammakarzinom schwankend, beim Zungenkrebs schlecht ist. Portiokarzinome können auch mit unfiltrierten Strahlen und mittleren Dosen günstig beeinflußt werden; auch tiefgelegene Karzinome reagieren auf perkutane Bestrahlung, z. B. der Magenkrebs; bei Portiokarzinomen ist das wohl wegen der außerordentlich tiefen Lage im kleinen Becken nicht der Fall. — Massendosen sind bei kleinen Tumoren nicht nötig; auch in vorgeschrittenen Fällen verwirft sie Verf., da sie nur das gesunde Gewebe schädigen. — Die γ-Strahlen, welche den Hauptvorzug der radioaktiven Substanzen bilden und die härtesten Röntgenstrahlen an Penetrationskraft übertreffen, sind ein so minimaler Bruchteil der Gesamtstrahlung, daß man gar nicht soviel radioaktive Substanz beschaffen kann, um eine genügende Menge der γ-Strahlen perkutan in einer gewissen Entfernung — wie Verf. fordert — zu applizieren; auch nach den klinischen Erfolgen ist noch kein Beweis zugunsten der besseren Wirkung der radioaktiven Stoffe gegenüber den Röntgenstrahlen erbracht. Verf. rät daher, statt größere Mengen dieser Substanz anzukaufen die Röntgeneinrichtungen der Krankenhäuser zunächst zu modernisieren bzw. solche neueinzurichten.

Knox-London: **Die Radiumtherapie bei malignen Tumoren.** Indikationen für die Radiumtherapie sind Naevus, Keloid, Lupus, Ulcus rodens und Epithelioma. Radium kann angewendet werden als Emanation, sei es in Form der Inhalation, Injektion oder des Emanationsniederschlags, als Radiumlack zur direkten Auflegung und eingeschmolzen in filtrierende Metallröhren, die in natürliche Körperhöhlen oder in die Substanz des Tumors eingeführt werden können. Der Grad der Wirksamkeit hängt ab von der Filtration und der Länge der Expositionszeit. Eine Selektivwirkung im eigentlichen Sinne auf Krebszellen besteht nicht. Die durch die strahlende Substanz hervorgerufenen Veränderungen unterscheiden sich von spontanen degenerativen Veränderungen in den Tumoren nicht, doch sind letztere enorm selten. Die lokale „Heilung" einer Neubildung hat auf die Metastasen keinen Einfluß. Im Anfangsstadium des Krebses hat die operative Methode, weil sicherer und schneller, den Vorzug; als Prophylaktikum nach Operationen und falls Operation nicht ausgeführt werden kann, ist Radium ein nützliches Hilfsmittel, bzw. Heilmittel, was aber in gewissen Fällen bei den Röntgenstrahlen auch der Fall ist; inoperable Fälle können durch Bestrahlung unter Umständen operabel gemacht werden.

Dessauer-Frankfurt a. M. und Wetterer-Mannheim: **Bemerkungen zur Anwendung harter Röntgenstrahlen.** Harte Strahlung bietet bei gewissen Hauterkrankungen und ihrer Adnexe (Haare, Nägel) wesentliche Vorteile gegenüber der mittelweichen unfiltrierten, besonders bei Hypertrichosis, eine Wirkung die geradezu als „elektiv" auf die Haarpapille bezeichnet werden muß; auch parasitäre Haarkrankheiten (Mikrosporie, Sycosis parasit.) ferner Sycosis simplex und Folliculitis barbae werden hervorragend beeinflußt, insbesondere in kosmetischer Hinsicht. Bei chronischen Ekzemen und Psoriasis ist dagegen die mittelweiche Strahlung vorzuziehen, ebenso bei Prurigo, Pruritus cutaneus, Lichen ruber planus und acuminatus. Ekzema tyloticum und Psoriasis der Nägel reagieren wieder besser auf harte Strahlen. — Keloidakne, Narbenkeloide, juvenile Warzen und Schweißhände sind hart zu bestrahlen, ebenso Karzinome, auch solche der Haut, während der Lupus vulgaris wieder mehr für mittelweiche Strahlung in Betracht kommt. Bei Acne vulgaris und rosacea sind zwar die Versuche noch nicht ganz abgeschlossen, doch dürfte die harte Strahlung sich auch hier mehr empfehlen, da die bei Strahlenbehandlung dieser Hautkrankheit unvermeidliche Hautatrophie bei harten Strahlen geringer aufzutreten scheint als bei mittelweichen.

F. Winkler (Ingolstadt).

Zeitschrift f. klin. Med. 80. Bd. 1. und 2. Heft.

Libenský: **Die Orthodiagraphie als Kontrolle der Wirkung der Digitalistherapie.** Nach einer Besprechung des Wertes der Perkussion und besonders der Orthodiagraphie des Herzens wirft Verf. die Frage auf,



ob mit dem Orthodiagramm eine Kontrolle der Digitaliswirkung bei der Therapie der einzelnen Klappenfehler möglich sei. Auf Grund der bisherigen nur sehr spärlichen Erfahrungen hat er die Frage folgendermaßen formuliert: „Wie ändern sich die durch das orthodiagraphische Flächenbild konstatierten Herzmaße während der Digitalisdarreichung? Wie erhalten sich die Affektionen der einzelnen Ostien bezüglich der orthodiagraphischen Befunde und der Flächendimensionen unter der Einwirkung der Digitalis?“ Aus den gewonnenen Untersuchungsresultaten folgert Verf., daß seine Orthodiagramme einen neuen Beweis für die Wirksamkeit der Digitalistherapie und eine Ergänzung unserer bisherigen Erfahrungen geliefert haben. Die deutlichsten Veränderungen im Sinne einer Verkleinerung, und zwar vorwiegend des Querdurchmessers des rechten Herzens zeigten die Mitralfehler, vor allem bei erstmaliger Darreichung der Digitalis. Bei Aortenfehlern wurden nur am linken Herzen Veränderungen wahrgenommen, die Wirkung des Mittels war objektiv minimal und fehlte bisweilen vollständig.

3. u. 4. Heft. Karl Westphal: **Untersuchungen zur Frage der nervösen Entstehung peptischer Ulzera.** Nach G. v. Bergmann ist eine der häufigsten Ursachen für Erkrankungen von Ulcus pylori und duodeni eine Störung der Harmonie im gesamten vegetativen Nervensystem, sowohl im Vagus wie im Sympathicus. Verf. hat es sich zur Aufgabe gemacht, weitere Belege für die Anschauung einer nervösen Ulkusgenese beizubringen. Klinisch fand er bei seinem Material (45 Fälle) fast stets Zeichen einer gestörten Funktion im vegetativen Nervensystem, in über einem Viertel der Fälle konnte hereditäre Belastung festgestellt werden. Auch eine erhöhte Empfindlichkeit des intraventrikulären Nervensystems wurde nachgewiesen; sie fand ihren Ausdruck in Steigerung von Motilität und Sekretion. Zum Beweis dafür, daß rein nervöse Impulse für die Entstehung des Symptomenkomplexes von Bedeutung sind, konnte in einigen Fällen nach Pilokarpindarreichung zirkulärer Spasmus im Röntgenbild, als Steigerung muskulärer Funktion, nachgewiesen werden. Auch der Röntgenbefund im Frühschmerz und im Magenentleerungsschmerz (Tonussteigerung und Ausbleiben der Peristaltik) ist bei Ulkus und bei reinen Neurosen der gleiche. Unter den auslösenden Momenten konnte Tonussteigerung durch Kältereiz (Genuß von Eiswasser) durch Beobachtung vor dem Röntgenschirm nachgewiesen werden. Die Tierversuche des Verfassers gehören nicht in den Rahmen dieses Referats.

Deutsches Archiv f. klin. Med. 114. Bd. 1. und 2. Heft.

Th. Hausmann: **Zur Diagnose der Haargeschwulst des Magens.** Beschreibung eines Falles von Haargeschwulst des Magens bei einem 15jährigen Mädchen; die Diagnose wurde auch durch Operation gestellt. Bei der Röntgenuntersuchung war ein auffallendes Verhalten des Magenschattens beobachtet worden, er war „wie schwammig verwaschen und nur entlang der großen, scharf konturierten Kurvatur zog sich ein dichter dunkler Streifen hin“. Der verwaschene Streifen entsprach dem Haarbalg, in dessen Maschen Wismut eingelagert war; der dunkle Streifen dem freibleibenden Randteil des Magens, in dem nur Wismut eingelagert war. Dies Verhalten des Magenschattens fand sich nur bei liegender Haltung der Kranken. Auffallend war ferner, daß der Röntgenbefund für Ektasie sprach, während klinische Zeichen für Stagnation fehlten. Verf. sieht in diesen Erscheinungen wichtige Zeichen für die Diagnose einer Haargeschwulst.

79. Bd. 5. und 6. Heft.

L. G. Colle: **Die Diagnose der bösartigen und gutartigen Magen- und Duodenalläsionen und ihre Unterscheidung durch Serienröntgenaufnahmen.** Verf. hat zur Untersuchung der Bewegungsphänomene des Magens eine als Serienphotographie bezeichnete Technik angegeben. Nach Verabfolgung von Wismut und Buttermilch wird eine Serie von 24 oder mehr Momentaufnahmen am liegenden oder in aufrechter Haltung sich befindenden Kranken gemacht. Buttermilch und andere Flüssigkeiten sind ein besserer Zusatz zum Wismut, als Brei, weil flüssige Substanzen besser in jede Falte der Magengegend eindringen können. Zur genauen Feststellung der motorischen Funktion des Magens ist es jedoch nötig, nach der Wismutdarreichung eine gemischte Mahlzeit zu geben, diese vermischt sich mit Wismut, und die Schnelligkeit, mit der sie der Magen passiert, gibt einen genauen Anhalt über die diesem innewohnende Kraft. Verf. bespricht weiter die Bedeutung des Duodenums, dessen Pars horizontalis superior er eher zum Magen gerechnet haben und als „Kappe“ oder „Pilleus ventriculi“ bezeichnet wissen will. Die Differentialdiagnose der bösartigen und gutartigen Magen- und Duodenalerkrankungen beschreibt er auf Grund eines Materials von 466 Fällen; in keinem Fall sind weniger als 24, bisweilen 48 oder sogar 72 Aufnahmen gemacht worden. Durch sechs Tafeln werden die wichtigsten seiner Untersuchungsresultate veranschaulicht. Wiens.

Urologic and Cutaneous Revue 17. Nr. 10.

Emil G. Beck: **Stereoskop-Radiographie in der Diagnostik von Blasen- und Nierensteinen.** Die Blasen- und Nierensteindiagnostik setzt voraus, daß andere Schatten gebende Gebilde ausgeschlossen werden können. Für die Uretersteine kommt gelegentlich Ureteren-Katheterismus in Frage. Die Stereoskop-Aufnahme schützt ungemein vor diagnostischen Irrtümern, vor allem aber gibt sie ein gutes Bild der wahren Größe und zeigt genau die räumliche Lagerung. C. Klieneberger (Zittau).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.

Archiv und Atlas

der normalen und pathologischen Anatomie in typischen Röntgenbildern

(Ergänzungsbände zu „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen").

Band 1: **Die Entwicklung des menschlichen Knochengerüstes während des fötalen Lebens** von **Lambertz,** Stabsarzt bei der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen. Mit 10 Tafeln und 20 Figuren im Text. Kart. Preis 12 M.

Band 2: **Die angeborenen Verbildungen der oberen Extremitäten** von Prof. Dr. **Georg Joachimsthal.** Mit 8 Tafeln und 24 Figuren im Text. Kart. Preis 9 M.

Band 3: **Die angeborene Luxation des Hüftgelenkes** von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Max Schede.** Mit 8 Tafeln. Kart. Preis 8 M.

Band 4: **Die topographische Anatomie der oberen Extremität** von Dr. **R. Jedlička,** Dr. **G. Kratzenstein** und Dr. **W. Scheffer.** Mit 14 Tafeln. Kart. Preis 10 M.

Band 5: **Die Frakturen und Luxationen I.** (Die Frakturen und Luxationen der Finger und des Carpus, die Frakturen des Metacarpus und der Vorderarmknochen) von Prof. Dr. **Oberst** in Halle a. S. Mit 192 Röntgenbildern auf 22 Tafeln. Kart. Preis 20 M.

Band 6: **Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide** von Doz. Dr. **Guido Holzknecht** in Wien. 229 Seiten. Mit 60 Abbildungen im Text und 50 Röntgenbildern auf 8 Tafeln. Geb. Preis 25 M.

Band 7: **Die Schussverletzungen** von Generalarzt Dr. **Schjerning,** Stabsarzt Dr. **Thöle** und Stabsarzt Dr. **Voss.** 2. Auflage bearbeitet von Oberstabsarzt Dr. **Franz** und Stabsarzt Prof. Dr. **Oertel.** Mit 75 Abbildungen im Text und 43 Tafeln. Geb. Preis 50 M.

Band 8: **Die angeborenen Verbildungen der unteren Extremitäten** von Prof. Dr. **Georg Joachimsthal.** Mit 62 Röntgenbildern auf 9 Tafeln und 52 Abbildungen im Text. Kart. Preis 12 M.

Band 9: **Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum.** Obere Extremität von Prof. Dr. **Wilms.** Untere Extremität von Dr. **C. Sick.** Mit 92 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Kart. Preis 16 M.

Band 10: **Die Diagnose des Nierensteins mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden** von Dr. **Rumpel.** Mit 50 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 9 Abbildungen im Text. (Aus dem Allg. Krankenhause Hamburg-Eppendorf, I. chirurg. Abteilung, Prof. Dr. Kümmell.) Kart. Preis 11 M.

Band 11: **Die Schädelbasis im Röntgenbilde** nebst einem Anhang: **Über die Nähte, Gefässfurchen und traumatischen Fissuren des Schädels** von Dr. **Artur Schüller** in Wien. Mit einem Vorwort von Doz. Dr. **Holzknecht.** Mit 6 Tafeln, 6 zugehörenden Skizzenblättern und 30 Abbildungen im Text. Geb. Preis 14 M.

Band 12: **Die normale und pathologische Anatomie des Hüftgelenks und Oberschenkels** von Dr. **Alban Köhler** in Wiesbaden. Mit 12 Tafeln und 35 Abbildungen im Text. Geb. Preis 22 M.

Band 13: **Die Entwicklung der knöchernen Wirbelsäule** von Dr. **Béla Alexander.** Mit 42 Röntgenbildern auf 20 Tafeln und 14 Originalzeichnungen im Text. Geb. Preis 20 M.

Band 14: **Knochensyphilis im Röntgenbild** von Dr. **R. Hahn** in Hamburg und Prof. Dr. **Deycke-Pascha** in Konstantinopel. Mit 81 Bildern auf 10 Tafeln. Geb. Preis 11 M.

Band 15: **Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen des Magendarmkanals** von Dr. **F. Goldammer.** Mit 11 Tafeln u. einem Vorwort von Prof. Dr. H. Kümmell. Geb. Preis 11 M.

Band 16: **Über Geschwülste und entzündliche Erkrankungen der Knochen** von Stabsarzt Dr. **O. Rumpel.** Mit 140 Röntgenbildern auf 23 Tafeln. (Aus der königl. chirurg. Universitätsklinik zu Berlin.) Geb. Preis 34 M.

Band 17: **Die Spondylitis tuberculosa im Röntgenbilde** von Dr. **Ludwig Rauenbusch.** Mit 22 Röntgenbildern auf 11 Tafeln und 11 Skizzenblättern. (Aus der königl. Universitätspoliklinik für orthopäd. Chirurgie in Berlin.) Geb. Preis 11 M.

Band 18: **Die Möller-Barlow'sche Krankheit** von **Eug. Fraenkel.** Mit 1 farbigen u. 5 photographischen Tafeln. (Aus dem pathol. Institut des Allg. Krankenhauses Hamburg-Eppendorf.) Geb. Preis 10 M.

Band 19: **Die Pneumonie im Röntgenbilde** von **R. v. Jaksch** und **H. Rotky** in Prag. Mit 59 Röntgenbildern auf 10 Tafeln und 10 Skizzenblättern. Geb. Preis 11 M.

Band 20: **Röntgendiagnostik des uropoëtischen Systems** von Dr. **G. Fedor Haenisch** in Hamburg. Mit 24 Handzeichnungen und 51 Röntgenbildern auf 16 Tafeln. Geb. Preis 15 M.

Band 21: **Die Entwicklung und der Bau des Kretinenskeletts im Röntgenogramme** von Dr. **Eugen Bircher,** Assistenzarzt der chirurg. Klinik (Prof. Wilms) in Basel. Mit 121 Röntgenbildern auf 12 Tafeln, 21 Abbildungen und 4 Schriftproben im Text. Geb. Preis 24 M.

Band 22: **Die Rachitis im Röntgenbild** von Prof. Dr. **Eug. Fraenkel** und Dr. **Alex. Lorey** in Hamburg mit 45 Röntgenbildern und 12 Tafeln. Geb. Preis 11 M.

Band 23: **Die Verletzungen des Ellenbogengelenks im Röntgenogramm mit besonderer Berücksichtigung der Frakturen des unteren Humerusendes** von Dr. **E. Wendt.** Mit 179 Röntgenbildern auf 18 Tafeln. (Aus dem Krankenhaus „Bergmannstrost" [Geheimrat Oberst] zu Halle a. S.) Geb. Preis 17 M.

Band 24: **Die angeborene Verrenkung des Hüftgelenks in Röntgenbildern** von Dr. **M. Matsuoka** in Kioto (Japan). 60 Bilder mit Erklärungstext auf 10 Tafeln. Geb. Preis 8 M.

Band 25: Vergriffen.

Band 26: **Die kongenitale Knochensyphilis** von Prof. Dr. **Eug. Fraenkel.** Mit 8 Tafeln. Geb. Preis 8 M.

Band 27: **Die Magenbewegungen** von Dr. **Franz M. Groedel,** Frankfurt a. M. Mit 340 Abbildungen im Text und 135 Röntgenbildern auf 15 Tafeln. Geb. Preis 34 M.

Band 28: **Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen** von Privatdoz. Dr. med. et phil. **Th. Christen,** Bern, und einem Vorwort von Prof. Dr. **Albers-Schönberg.** Mit 5 Tafeln u. 19 Abbildungen im Text. Geb. Preis 12 M.

Band 29: **Die Röntgenstrahlen in der Gynäkologie und Geburtshilfe** von Dr. **Heinrich Eymer** und einem Vorwort von Geh. Rat Prof. Dr. **C. Menge** in Heidelberg. Mit 30 Abbildungen im Text und 15 Tafeln. Geb. Preis 25 M.

Band 30: **Über die Beziehung der Röntgenbilder des menschlichen Magens zu seinem anatomischen Bau** von Dr. **Gösta Forssell** in Stockholm. Mit 125 Figuren im Text und 102 Abbildungen auf 17 Tafeln. Geb. Preis 25 M.

Band 31: **Der normale und kranke Kehlkopf des Lebenden im Röntgenbild** von Dr. **Arthur Thost** in Hamburg-Eppendorf. Mit 8 Tafeln. Geb. Preis 11 M.

Band 32: **Die rechtliche Beurteilung der Röntgen- und Radiumschädigungen** von Dr. med. et jur. **F. Kirchberg.** Geb. Preis M. 6.80.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Band XXII Ausgegeben am 20. Oktober Heft 4

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Privatdozent Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt.

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1914

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Aus dem Röntgen-Institut des Städtischen Krankenhauses Moabit-Berlin (leitender Arzt: Dr. Max Cohn).

Die Gastrostomie im Röntgenbilde.

Von

Max Cohn.

(Hierzu 23 Bilder auf Tafel XVII, XVIII, XIX und XX.)

Es ist eine auffallende Tatsache, daß die Gastrostomie immer mehr an Boden verliert; ihr Hauptzweck, das Leben derer zu verlängern, welche wegen Verengerung der Speiseröhre Nahrung per os nicht mehr zu sich nehmen können, ist von jeher nicht voll und ganz erfüllt worden. Lange Zeit hat man sich abgemüht, das Operationsverfahren der Magenfistel am Menschen zu modifizieren, weil man die Operation an sich als korrekturbedürftig ansah. Oft war das ja wohl auch der Fall. Durch ungenügenden Verschluß kam ein Überfließen der Nahrung auf die Bauchhaut mit den bekannten unangenehmen Reizerscheinungen zustande. Trotz der Mängel des Operationsverfahrens mußten aber noch andere Gründe vorhanden sein, welche die Gastrostomie diskreditiert haben. Schon der auffällige Unterschied zwischen Gastrostomie und Gastroenterostomie mußte zu denken geben: Beides lebensverlängernde Operationen gegen den Krebs. Die Magendarmfistel half im Durchschnitt über neun Monate hinweg, die Gastrostomie ergab nur eine Galgenfrist von drei Monaten. Wenn alle Fälle veröffentlicht wären, würde sicherlich die Gastrostomie als lebensverlängernde Operation noch schlechter wegkommen. Noch ein anderer Vergleich drängt sich auf. Bei der Gastrostomie ein Karzinom am Magen selbst, die Operation in der nächsten Nachbarschaft, die Gefahr des Übergreifens des Leidens auf die Operationsstelle sehr groß. Im anderen Falle ein Karzinom weit weg vom Operationsgebiet, in der Speiseröhre; zudem allgemein bekannt, daß der Speiseröhrenkrebs langsam wächst, lange Zeit ohne Metastasen verläuft[1]) und daher im ganzen für das Leben günstigere Chancen geben müßte.

Es schien mir deshalb Interesse genug zu haben, Patienten mit Magenfistel der Röntgenuntersuchung zu unterziehen. Auffällig genug ist es ja, daß die Röntgenuntersuchung der Gastrostomie bisher nicht bekannt geworden ist. Ich nehme an, daß es in der Hauptsache daran liegt, daß Patienten, die wegen Speiseröhrenkrebses operiert worden sind, selten noch in den Zustand kommen, daß sie einer längeren Röntgenuntersuchung gewachsen sind. Ich kann es daher als einen glücklichen Zufall bezeichnen, daß ich in kurzer Zeit Gelegenheit fand, an drei Patienten recht ausgedehnte Untersuchungen anzustellen. Jeder von diesen Kranken wurde vier bis fünfmal in getrennten Sitzungen untersucht. Häufige Modifikationen wurden vorgenommen. Ich teile nur das Wesentliche meiner Beobachtungen mit. Gab es doch eine Reihe, wichtiger Fragen, die während der Untersuchung immer neue Aufgaben stellten.

Es wurde darauf geachtet, wie der Fistelkanal verläuft, wie der Schlauch im Magen selbst liegt, wie die Gestalt des Magens ist; ferner wurde untersucht, ob die Motilität erhalten, oder wie sie durch die Operation beeinflußt worden ist. Weiter stellte ich Nachforschungen an, wie der Magen des Gastrostomierten auf funktionell anregende Agentien (anorganische Salz-

[1]) Bei den radikaloperierten Ösophaguskarzinomen, die sämtlich zur Sektion kamen, finden sich fast regelmäßig Angaben, daß Metastasen nicht gefunden wurden; beim Magenkrebs wird die Gastroenterostomie fast ausschließlich dann ausgeführt, wenn schon Metastasen vorhanden sind.

säure) und retardierende (Olivenöl) reagiert. Die Ernährung der Gastrostomierten wurde auf Grund unserer Untersuchungsresultate einer Prüfung der Modifikationsmöglichkeit unterzogen.

Als fundamentales Ergebnis der Untersuchungen muß ich hervorheben, daß durch die Anlegung einer Kanalfistel im Magen das radiologische Bild des Sanduhrmagens hervorgerufen wird. Und zwar handelt es sich um einen anatomischen Sanduhrmagen, dessen Figuration einfach durch die Operation selbst bedingt ist. Es sind deshalb mit ihm keine Funktionsstörungen an sich (Spasmen) verbunden. Bei der gewöhnlichen Witzelschen Fistel führt der Kanal in den pylorischen Teil des Magens. Dieser wird nach oben durch die Sanduhrenge gegen den kardialen Teil des Magens abgeschlossen. Der kardiale Magen füllt sich durch Überfließen des pylorischen. Eine Hauptschwierigkeit bei der Untersuchung, und damit auch sekundär für die Ernährung, ist es, den Schlauch bis an die richtige Stelle einzuführen. Er muß genügend tief in den Magen vorgeschoben werden, damit die Speisen nicht neben der Sonde herausfließen, und er darf andererseits nicht zu tief eingeführt werden, damit die Speisen nicht anstatt in den Magen, sogleich in den Darm gelangen. Wir haben gleich bei den ersten Versuchen die Erfahrung machen müssen, daß der Schlauch, wenn er in der gewöhnlichen Weise befestigt ist, im Pylorus resp. im Duodenum liegt, und daß dadurch die Erhebung eines radiologischen Befundes am Magen illusorisch wird. Ist aber die Füllung des Magens in guter Weise gelungen, so sind wir überrascht, daß die Speisen den Magen so schnell verlassen, wie wir es nur bei den höchsten Graden der Achylie zu sehen gewohnt sind. Oft war der Magen nach einer viertel bis einer halben Stunde schon völlig entleert, ohne daß wir irgendwelche motorische Funktionen am Magen zu sehen bekamen. Eigentlich durfte es uns nicht wundernehmen, daß der hochgradig an der Bauchwand fixierte Magen keine ausgiebigen peristaltischen Bewegungen macht; denn ich erinnere mich auch nicht, je an der Bauchwand der Gastrostomierten irgendwelche Bewegung, die sich doch vom fixierten Magen auf diese übertragen müßte, gesehen zu haben. Daran können auch die etwas abenteuerlich klingenden Berichte über den Kanadier nichts ändern, bei dem nach einem Bauchschuß sich eine Magenfistel ausbildete, die jahrelang die Funktion des Magens von der Fistel aus zu prüfen gestattete. Ein Vergleich mit dem Pawlow-Hund ist auch nicht möglich, weil der Pawlowsche Nebenmagen chirurgisch eine grundverschiedene Anlage gegenüber der einfachen Magenfistel darstellt. Auch dürfte die Ernährung und die Zuführung der Speise per os so große Differenzen aufweisen, daß Übereinstimmungen nicht erwartet werden dürften.

Wir müssen annehmen, daß der gastrostomierte Magen peristaltische Bewegungen nicht aufweist. Der Peristaltik ist die Drüsenfunktion untergeordnet. Die mangelnde Peristaltik und das schnelle Entweichen der Ingesten aus dem Magen läßt auf ein Offenstehen des Pylorus schließen. Der Pylorusschluß steht ja bekanntlich unter einem Säurereflex; es ist daher anzunehmen, daß der Magen der Gastrostomierten auch keine Salzsäure abscheidet. Wir haben verschiedene Versuche vorgenommen, ob durch Einverleibung von anorganischer Salzsäure eine Veränderung im Ablauf der Magenverdauung zu erreichen ist. Die Versuchsanordnung war das eine Mal so, daß wir vor der Nahrungszuführung anorganische Salzsäure in wäßriger Lösung durch die Fistel einspritzten, das andere Mal dagegen Salzsäure der einzuführenden Mahlzeit schon vorher beimengten. Wir gingen auf Mengen von 30—60 Tropfen der gewöhnlichen Lösung herauf. In keinem Falle konnten wir eine Veränderung des Resultates erreichen.

Konnten wir so eine Verzögerung des Ablaufes der Magenverdauung nicht erreichen, so waren andere Versuche, künstlich retardierend zu wirken, von größerem Erfolge begleitet. In einem Falle, wo Olivenöl als Suspension des Kontrastmittels gewählt wurde, gelang es uns, eine Verweildauer der Kontrastspeise bis zu sechs Stunden zu erzielen. Ich griff auf das Olivenöl deshalb zurück, weil von Tabora im Jahre 1910 auf dem Internistenkongreß in Wiesbaden aufsehenerregende Mitteilungen über das Verhalten von Öl im Magen von Gesunden gemacht hatte. Er konnte damals keine schlüssige Erklärung über die von ihm erhobenen

Befunde geben und verwies auf spätere detaillierte Mitteilungen über seine Versuche. Ich habe seither nichts von diesen gelesen und konnte durch direkte Anfragen auch nicht erfahren, ob solche bisher erschienen sind.

Interessant auch in anderer Beziehung war die Frage, weshalb Olivenöl besonders lange im Magen verbleibt, weil von anderer Seite (Cohnheim) Öl als Heilmittel gegen das Ulcus ventriculi angegeben worden ist. Es ist ja bis jetzt nicht völlig geklärt, weswegen eine Speise, die viel ölige Substanzen enthält, für den Magen als schwer verdaulich zu bezeichnen ist. Es konnte in Frage kommen, daß das Öl, an die Speise gebunden, die Abscheidung des Drüsensekretes verhindere, es konnte aber auch möglich sein, daß die ölenthaltende Nahrung der Magenschleimhaut so anhaftet, daß eine Sekretion der Drüsen gar nicht zustande kommt. In beiden Fällen müßte dann wegen des Fehlens der Salzsäure der Pylorus offenbleiben, und die Entleerung gerade beschleunigt werden. Das ist in praxi nicht der Fall und, wie wir gesehen haben, auch nicht bei den Gastrostomierten. In letzter Zeit sind allerdings auch von radiologischer Seite Mitteilungen an die Öffentlichkeit gekommen, daß trotz anscheinenden Offenstehens des Pylorus eine Verzögerung in der Magenentleerung stattfinde. (Holzknecht, Haudek.) Die ganze Frage der Relation von radioskopisch zu sehender Magenfunktion und Herausbeförderungsquantum stößt noch auf so zahlreiche Widersprüche, daß man nur annehmen kann: es gibt noch eine unbekannte Beziehung zwischen Peristaltik und Sekretion einerseits und Pylorusöffnung resp. Schluß andererseits.

Wenn wir zu der Annahme kommen, daß der Magen der Gastrostomierten in seiner Funktion beeinträchtigt ist, und demgemäß der Sekretionsquozient auf ein Minimum herabsinkt, so müssen wir die bisherige Ernährung der Gastrostomierten als eine ungeeignete bezeichnen. Die Ernährung muß naturgemäß eine flüssige sein: Milch galt als Suspensionsmittel; dieser fügte man Eier, Wein und Nährmittel hinzu, so daß eine Emulsion entstand. Milch kann aber für einen Magen mit Salzsäuremanko nicht als zweckdienlich angesehen werden, da gerade das Sekret der Magendrüsen die Ausnützungsmöglichkeit der Milch im Darm fördert. Eine volle Ausnutzung der Nahrung kommt aber auch nicht in Frage, wenn die Milch sofort durch den offenen Pylorus mittels des ins Duodenum geschobenen Schlauches in den Darm gelangt.

Eine andere Röntgenbeobachtung läßt gleichfalls darauf schließen, daß bei den Gastrostomierten die Absonderung der Salzsäure ganz wesentlich herabgesetzt ist. Wie bei den Achylikern sehen wir bei diesen Patienten eine starke Gasanhäufung im Kolon. Man kann diesen Meteorismus lange nicht so instruktiv durch die klinischen Merkmale (Palpation und Perkussion) konstatieren wie durch das Röntgenbild. Oft sehen wir nicht nur den Dickdarm, sondern auch den Dünndarm angefüllt mit Gasen, welche sich im Bilde als starke Aufhellungen kundgeben. Bei einem Patienten, der dieses Phänomen in besonders hochgradiger Weise bot, gehörten auch Diarrhöen, wie sie bei den Achylischen oft vorkommen, zum Symptomkomplex des Salzsäuredefektes. Die Gasansammlungen kommen dadurch zustande, daß die Nahrungsmittel unverdaut den Magen verlassen, schnell den Dünndarm passieren, ohne daß auch hier eine Umsetzung stattfindet, weil die Darmsekrete nur auf sauren Inhalt wirken, und dann in dem großen Reservoir, dem Dickdarm, zu starker Fäulnis gelangen.

Nach dem Gesagten ist es ersichtlich, daß die Ernährung der Gastrostomierten solche Suspensionsmittel zu bevorzugen hat, welche eine gute Ausnutzung im Darm gestatten. Wir konnten in einem Falle, wo wir dementsprechende Maßnahmen trafen, sehen, daß Schleimsuppen mit den sonst üblichen Zutaten wöchentliche Gewichtszunahme von 2—3 Pfund über mehrere Wochen hin zur Folge hatten. (Längere Beobachtungen waren nicht möglich, weil der Patient in andere Behandlung überging.)

Bei der Erörterung, aus welchem Grunde die Speisen bei den Gastrostomierten so überraschend schnell den Magen verlassen, müssen aber noch andere Momente, wie der Mangel der Salzsäure, in Betracht gezogen werden. Wäre es doch möglich, daß der Reflex, welcher den Pylorusschluß bewirkt, nur dann ausgelöst wird, wenn die Speisen auf normalem Wege die



Speiseröhre und die Kardia passiert haben. Auch diese Frage konnten wir lösen: Erstens gelang es einem Patienten, nachdem die Reizerscheinungen im Ösophagus zurückgegangen waren, die normale Kontrastmahlzeit per os zu sich zu nehmen. Wir bekamen jetzt zuerst eine Füllung des kardialen Magenteiles, dann die Passage der Sanduhrenge und schließlich die Füllung der pylorischen Magenportion. Die Enge an sich bietet kein wesentliches Hindernis; denn der Speisebrei fließt sehr bald in den distalen Magenteil. Wir sahen aber auch hier keine Peristaltik und die gleiche, wenn auch nicht ganz so schnelle Entleerung, wie wir sie vorher geschildert haben. Daß der Magen sich in diesem Falle nicht in wenigen Minuten entleert, wie bei den Patienten, welche durch die Fistel gefüttert wurden, geht ja schon daraus hervor, daß der obere Teil des Magens durch die Sanduhrenge einen gewissen Abschluß gegen den pylorischen Teil und den Darm hin findet. Noch ein zweiter Versuch prüfte die obige Frage.

Auf meinen Vorschlag hin legte Herr Dr. Mühsam, der die Gastrostomien bei den drei Patienten ausführte, wie dies auch übrigens früher schon von anderer Seite geschehen ist, die Magenfistel so an, daß der Sondenmund in den kardialen Teil reichte, mit anderen Worten, daß der Fistelkanal nicht pyloruswärts, sondern kardialwärts gerichtet war. Wir konnten in diesem Falle zunächst beobachten, daß der Schlauch sich in dem kardialen Teile des Magens ringelförmig aufrollt, und der Sondenmund in die Magenblase zu liegen kommt. Es waren hier also Verhältnisse geschaffen, ganz ähnlich wie wenn die Speise durch die Kardia in den Magen hineingelangt. Wurde nun dem Patienten eine dünnbreiige Kontrastmahlzeit durch den Schlauch einverleibt, so füllte sich nur der kardiale Teil des Magens, also die obere Hälfte des Sanduhrmagens. Trotzdem kam ein sehr schnelles Überfließen zustande und schon nach zehn Minuten sehen wir eine große Menge von Dünndarmschlingen mit der Kontrastmahlzeit gefüllt. Sonderbarerweise sahen wir den zweiten Teil des Sanduhrmagens überhaupt nicht in Erscheinung treten, was darauf schließen läßt, daß der Pylorus ständig weit geöffnet war und daß, wenn die Speisen erst einmal durch die Sanduhrenge in den pylorischen Teil gelangt waren, durch den offenen Pylorus sofort in den Darm flossen. Ich kann mir die Beobachtung nur so erklären, daß der pylorische Magenteil sich etwa verhält, wie beim Normalen die Dünndarmschlingen. Die Passage geht so schnell vonstatten, daß das Auge Spezielles nicht differenzieren kann.

Aber auch in weiterem Sinne dürften unsere Untersuchungen interessant sein. Konnten wir feststellen, daß der an der Bauchwand in großer Ausdehnung adhärente Magen seine motorische Funktion einbüßt, so mußten wir auch daran denken, ob bei der Gastroenterostomie, wo der Magen in größerer Ausdehnung an einer Dünndarmschlinge fixiert wird, wenigstens für eine kürzere Spanne Zeit, ähnliche Verhältnisse geschaffen werden. Die Magendarmfistel wird ja aus verschiedenen Gründen ausgeführt. Uns interessiert hier lediglich ihre Anlegung bei Magenulkus. Es ist sicher erwiesen, daß die Gastroenterostomie beim Magengeschwür in einem Teil der Fälle eine Ausheilung zur Folge hat. Man war gewohnt, die Heilung darauf zurückzuführen, daß das Geschwür, wenn es, wie es häufig der Fall ist, in der Regio pylorica gelegen ist, durch die Magendünndarmfistel entlastet wird. Liegt nicht der Gedanke nahe, daß auch hier die motorische Funktion durch die Operation herabgesetzt, vielleicht sogar zeitweise ganz aufgehoben wird? Die Funktionsherabsetzung würde dann von einem Salzsäuredefekt begleitet sein. Untersuchungen in dieser Hinsicht sind bisher nicht gemacht worden. Chemisch läßt sich der Nachweis überhaupt nicht erbringen, da durch die Verbindung des Dünndarms mit dem Magen Darmflüssigkeit in den Magen zurückfließt und so eine Alkalescenz des Mageninhalts bewirkt. Röntgenuntersuchungen aber sind bei Gastroenterostomierten lediglich zu dem Zwecke ausgeführt worden, ob die Magendarmfistel gut funktioniert. Der Gedanke liegt nicht aus der Welt, daß bei denjenigen Fällen, wo ein Ulkus durch die Gastroentroanastomose zur Ausheilung kommt, der Magen durch die Operation eine Zeitlang ruhiggestellt wird, daß also ganz ähnliche Verhältnisse geschaffen werden, wie wir sie durch die Diätkuren in die Wege

leiten wollen. Natürlich kann auch der Einwand gemacht werden, daß durch die Neutralisation des Magensaftes, die durch den Rückfluß der Galle durch die Fistelöffnung stattfindet, die Motilität funktionell gestört wird. Es wäre aber der Mühe wert, auch in dieses noch etwas dunkle Gebiet durch experimentelle Untersuchungen etwas mehr Licht zu bringen.

Krankengeschichten.

Fall I.

Ernst D., Schneider, 59 Jahre alt, Ösophaguskarzinom. Aufnahmenummer 2368. Jahrgang 1911. Station Nr. 22. (Dr. Mühsam.)

Anamnese: Seit Mai 1911 bemerkt D., daß die Speisen nach dem Schlucken vor dem Magen plötzlich stehenbleiben und erst nach einiger Zeit ihren Weg fortsetzen. Seit 26. August kann er feste Speisen nicht mehr herunterbringen. D. ernährt sich von Flüssigkeiten. Er hat nie Blut gebrochen. In letzter Zeit will er stark abgemagert sein.

Status: Mittelgroßer, stark abgemagerter Mann; innere Organe ohne Befund. Mit der Schlundsonde wird ein Hindernis, 27 cm unterhalb der Zahnreihe, festgestellt. Mit feiner Olivensonde kann die Stenose passiert werden. Es besteht noch die Möglichkeit, feste Speisen zu schlucken, Flüssigkeit passiert die Speiseröhrenenge.

Die ösophagoskopische Untersuchung gelingt nicht, da der Patient nicht den Nacken gerade strecken kann. Das Ösophagoskop gelangt nur bis zur Höhe der Bifurkation.

Röntgenuntersuchung: Bei der Untersuchung im ersten schrägen Durchmesser (Abb. 1) stauen sich die Speisen in die Höhe des Aortenbogens. In feinem Strahle, der der gestauten Partie zapfenförmig anhängt, gelangt die Speise bis etwa zur Höhe der Vorhöfe. Hier sieht man zwei Wege: ein hinterer, der etwas weiter herabreicht, als der vordere, der in dünnem Strahle die Speisen durch die Kardia gelangen läßt.

Diagnose: Karzinomatöse Stenose der Speiseröhre, beginnend in der Höhe des Aortenbogens.

Operation in Chloroformäthernarkose, 8. September 1911 (Dr. Mühsam), Laporatomie mittelst schrägen Rippenbogenschnittes. Der Magen, der stark geschrumpft ist, wird vorgezogen und eine Witzelsche Fistel angelegt. Das Drain wird mit doppelten Nähten fixiert. Teilweiser Verschluß der Bauchhöhle; kleiner Streifen, Verband.

13. September: Tampon entfernt. Wunde granuliert gut.

14. September: Patient steht auf. Gutes Funktionieren der Fistel.

27. September: Katheter gewechselt.

11. Oktober: Patient hat seit der Operation 5 Pfund zugenommen.

2. November: Patient gebessert ins Siechenhaus entlassen. Er kann Flüssigkeiten und breiige Speisen per os zu sich nehmen.

Untersuchung der Magenfistel.

Patient vermag sich nach Anlegung der Magenfistel größtenteils von oben zu ernähren. Er erhält daher die Kontrastmahlzeit per os in dünnbreiiger Konsistenz (31. 10. 11). Die Aufnahme im dorso-ventralen Durchmesser ergibt das Bild eines Sanduhrmagens (Abb. 2). Man sieht eine straßenförmige, nicht gefüllte Verbindung zwischen den beiden Magenteilen, welche dem Fistelkanal entspricht. (Man kann die Sonde deutlich erkennen.) Der Pylorus kommt nicht zur Anschauung; im Dünndarm bereits geringer Inhalt. Nach $2^1/_2$ Stunde (Abb. 3) sieht man im Magen nur noch geringe Beschläge. Der Dünndarm ist gut gefüllt; die Sonde vermag man gut zu differenzieren. Sie reicht von der Stenosenpartie des Magens bis auf den tiefsten Punkt, in dem noch kleine Speisereste vorhanden sind, ganz in die Nähe des Pylorus.

II. Untersuchung, 4. 11. 11: Patient bekommt durch die Fistel 300 ccm Milch, in der 50,0 Wismut und 50,0 Bolus Alba suspendiert sind. Sofort, nachdem diese Masse durch die Fistel in den Magen eingespritzt ist, wird eine Aufnahme gemacht (Abb. 4). Es erscheint wieder ein Sanduhrmagen, dessen Stenose an der Stelle beginnt, wo die Kanüle in den Magen eingeführt ist. Den Pylorus kann man gut differenzieren. Sofort nach der Nahrungsaufnahme sieht man, wenn auch wenig, Kontrastmahlzeit im Dünndarm. Nach einer halben Stunde (Abb. 5) ist der Magen fast ganz leer; man sieht eine reichliche Füllung des Dünndarms; im Magen selbst eine große Luftblase.

III. Untersuchung, 8. 11. 11: Patient bekommt durch die Fistel 10 ccm Öl, darauf 200 ccm Kontrastflüssigkeit mit Wismut und Bolus-Alba. Die sofort angefertigte Aufnahme (Abb. 6) zeigt ganz ähnliche Verhältnisse wie vorher, nur sieht man im oberen Teile des Magens eine Intermediärschicht zwischen Kontrastflüssigkeit und Magenblase, welche dem spezifisch leichten, zuerst eingegossenem Öl ent-



sprechen dürfte. Nach einer Stunde (Abb. 7) ist der Magen so gut wie leer, nur im unteren Teile sieht man einige Beschläge von geringer Kontraststärke.

IV. Untersuchung, 14. 11. 11: Patient bekommt durch die Fistel 100 ccm Flüssigkeit mit 20,0 Wismut und 20,0 Bolus-Alba zusammen mit 15 Tropfen Salzsäurelösung. Nach einer Stunde (Abb. 8) wird eine Aufnahme gemacht, welche die völlige Entleerung des Magens ergibt. Auch vorher bei verschiedenen Durchleuchtungen ist ein Einfluß der Salzsäure auf die Magenmotilität nicht zu beobachten gewesen.

Fall II.

Ewald K., 60 Jahre alt, Zimmermann, Aufnahmenummer 3131, Jahrgang 1911, Station 17 (Professor Dr. Zinn).

Anamnese: Mutter und 2 Schwestern sind an Tuberkulose gestorben. Die Frau ist gesund, keine Kinder. Bis zum März 1911 will Patient stets gesund gewesen sein. Damals suchte er die Charité auf und wurde dort wegen Magenbeschwerden, die sich vor allem in Schmerzen und Appetitlosigkeit äußerten, behandelt. Kein Erbrechen, Blut im Stuhl nie bemerkt. Von Anfang Mai ab stellten sich Schluckbeschwerden ein, die anfangs nur beim Schlucken fester Nahrung, seit September aber auch beim Schlucken von flüssigen Speisen bemerkt wurden. Das Schlucken ist erschwert und schmerzhaft. Spontan wird Schmerz in der Mitte des Halses geäußert. Seit 4 Wochen besteht Heiserkeit. Potus, Lues negantur.

Status: Kleiner Mann von grazilem Knochenbau, schlaffer Muskulatur und Schwund des Fettpolsters. Hautfarbe gelblich, starke Pigmentation der der Sonne ausgesetzten Körperteile am unteren Halse und Nacken. Kein kachektischer Habitus. Drüsenschwellungen sind nicht vorhanden, bis auf einige erbsengroße Infiltrate in der rechten Achselhöhle. Keine Ödeme. Keine Schwellung des Halses, kein tastbarer Tumor; geringe Schmerzhaftigkeit beim Druck links vorn am Kehlkopf. Patient vermag nur flüssige Nahrung zu schlucken: Zwieback in Milch eingeweicht. Häufig regurgitieren die Speisen, und zwar sofort nach der Nahrungsaufnahme. Blutige Speisereste kommen beim Erbrechen nicht zum Vorschein.

Kehlkopf: Geringe Abduktionsbewegung des linken Stimmbandes (durch mechanische Behinderung?). Der Befund entspricht nicht der Postikuslähmung.

Herz: Grenzen ohne Absonderheiten, Herztöne und Puls regelmäßig.

Lungen: ohne Befund.

Abdomen: weich, nicht druckempfindlich.

Leber und Milz: nicht vergrößert.

Nervensystem: Haut- und Sehnenreflexe normal.

20. 10. 1911: Sondierung ergibt auch für die dünnste Sonde ein nicht passierbares Hindernis in der Speiseröhre 16 cm hinter der Zahnreihe.

25. 10. 11: Röntgenaufnahme (Abb. 9): Aufnahme des Halsteils der Speiseröhre bei dorso-ventralem Strahlengang und seitlich gedrehtem Kopf. Man erkennt gut das Zungenbein und die verkalkte Platte des Schildknorpels. Bei Verabreichung dünnbreiiger Kontrastmahlzeit sieht man den Bissen bis hinter den Kehlkopf gelangen, wo sich die Speise staut, im Bogen ein Hindernis zu passieren sucht, um dann sofort wieder ausgebrochen zu werden. Mehrere Versuche ergeben den gleichen Befund.

Diagnose: Hochgradige Stenose im Halsteil des Ösophagus (Karzinom?).

1. 11. 11: Ösophagoskopie (Privatdozent Dr. Albrecht). Man gelangt zuerst in eine sackförmige Erweiterung des Ösophagus. Bei weiterem Vorgehen stellt sich die Stenose in 17 cm von der Zahnreihe entfernt heraus. Man bemerkt weißliche Granulationen, die als Karzinomgewebe angesehen werden. Die Gastrostomie wird für den Fall noch weiter erschwerter Nahrungsaufnahme empfohlen. Von einer Radikaloperation wird abgeraten, da es sehr unsicher ist, ob der untere Teil des Tumors bei der Operation vom Halse aus erreicht werden kann.

2. 11. 11: Geringe Schmerzen als Folge der Ösophagoskopie. Patient hat 3 Pfund abgenommen; Verlegung nach der chirurgischen Station.

10. 11. 11: Operation (Dr. Mühsam), Chloroformäthernarkose; Schnitt in der Linea Alba. Es wird an der vorderen Magenwand eine typische Witzelsche Fistel angelegt, das Peritoneum wird geschlossen, die Bauchdecken werden im übrigen offengelassen, die Wunde tamponiert.

17. 11. 11: Die Fütterung durch die Magenfistel gelingt gut. Patient steht auf; normale Wundverhältnisse.

23. 12. 11: Patient wird gebessert entlassen.

Röntgenuntersuchung der Magenfistel.

I. Untersuchung 27. 11. 11: Patient bekommt durch die Fistel in flüssigem Zustand eingespritzt 200 ccm Milch mit 50,0 Wismut und 50,0 Bolus-Alba. Bei der sofort vorgenommenen Durchleuchtung

sieht man, daß sich der Magen zusehends entleert. Die gleich darauf angestellte Röntgenaufnahme zeigt nur noch ganz geringe Reste im Magen. Es wird sofort eine neue Untersuchung angeschlossen. Der Patient erhielt diesmal 260 ccm Milch mit Wismut und Bolus-Alba, der 30 Tropfen Salzsäure, in Wasser gelöst, zugesetzt waren. Die Röntgenaufnahme ergab auch hier kaum noch eine Füllung des Magens (Abb. 10). Man sieht das Duodenum in seinem ganzen Verlaufe mit Kontrastflüssigkeit gefüllt; desgleichen weist der Dünndarm eine dichte Füllung mit Kontraststoff auf Die linke untere Bauchgegend ist mit Speise stark gefüllt; in geringerem Maße befindet sich solche auch im Coecum. Die enorm schnelle Entleerung des Magens wird auf die Lage des Magenschlauches zurückgeführt, und in der Tat sieht man bei näherer Betrachtung, daß der Magenschlauch entweder ganz nahe am Pylorus oder schon im Duodenum liegt.

II. Untersuchung, 15. 12. 11: Pat. bekam wieder mittelst der Spritze eine Kontrastflüssigkeit, bestehend aus 200 ccm Milch, 50,0 Wismut, 50,0 Bolus-Alba eingespritzt. Diesmal wurde ihm die Mahlzeit vor dem Durchleuchtungsschirm einverleibt, um die Sonde so weit zurückziehen zu können, daß eine sichere Füllung des Magens zustande kommt. Der Magen (Abb. 11) zeigt wieder die bekannte Sanduhrform. Die Enge tritt nicht so deutlich hervor wie in dem ersten Falle. Der Pylorus markiert sich nicht, dahingegen sieht man das Duodenum in seiner ganzen Ausdehnung von Kontrastflüssigkeit gefüllt. Weiter unten im Becken sieht man den deutlichen Verlauf einer Anzahl Dünndarmschlingen. Nach 35 Minuten wird eine zweite Aufnahme gemacht (Abb. 12). Der Magen ist fast völlig entleert. Man sieht einige Beschläge an der Sanduhrenge und erkennt gut, daß die Sanduhrenge durch den Fistelkanal bedingt ist. Die Sonde reicht bis nahe an den Pylorus heran. Das Duodenum ist gänzlich gefüllt; auf der Höhe des Bulbus duodeni eine Gasblase. Die Dünndarmfüllung füllt das ganze kleine Becken aus, während die oberen Dünndarmschlingen kaum noch Füllung aufweisen, ein Beweis, daß die Entleerung des Magens außerordentlich schnell vor sich gegangen ist.

III. Untersuchung, 19. 12. 11: Um die Lage des Schlauches, wie er gewöhnlich beim Patienten bei der Ernährung getragen wird, festzustellen, wird vor der Füllung des Magens eine Röntgenaufnahme gemacht (Abb. 13). Es ergibt sich, daß der Schlauch fast in gerader Richtung von links nach rechts durch den oberen Teil des Magens geht und den Pylorus passiert hat; man sieht über dem Schlauchende die charakteristische Gasblase des Bulbus duodeni. Der Schlauch muß sich also im Duodenum befinden. Nachdem der Schlauch genügend zurückgezogen ist, um eine sichere Füllung des Magens zu gewährleisten, wird dem Patienten mittelst Spritze eine zähflüssige Masse eingespritzt, welche besteht aus 150,0 Olivenöl, 50,0 Bariumsulfat und 50,0 Bolus-Alba. Die jetzt vorgenommene Röntgenaufnahme (Abb. 14) ergibt wieder das Bild des Sanduhrmagens. Der Pylorus steht offen, man sieht deutlich eine Brücke zwischen Bulbus duodeni und Regio pylorica. Der Magen ist im ganzen weit nach rechts verzogen. Dünn- und Dickdarm sind mit Gasen gefüllt. Die Verdrängung ist durch die Gasfüllung der Flexura linealis bedingt. Sofort nach der Nahrungsaufnahme kann man reichlich Kontrastspeise im Dünndarm nachweisen. Nach einer Stunde (Abb. 15) ist der Magen zum großen Teile noch gefüllt. Es hat sich eine große Magenblase im kardialen Teile des Magens ausgebildet; das linke Zwerchfell steht bedeutend höher als das rechte. Auch nach 2 Stunden (Abb. 15) sind noch bedeutende Reste im Magen festzustellen; zwischen Duodenum und Regio pylorica ein breiter Spalt. Die Gasbildung im Magen hat noch zugenommen (sie scheint auf chemischer Veränderung der einverleibten Speise zu beruhen). Zwischen Gasblase und Kontrastspeise eine deutliche Intermediärzone; das Olivenöl ist anscheinend ausgefallen. In der folgenden Stunde bekommt der Pat. durch die Fistel seine gewöhnliche Mahlzeit eingespritzt (Fleischbrühe, später Haferschleim). Nach $4^1/_2$ Stunden zeigt sich die Röntgenmahlzeit (Abb. 17) immer noch im Magen. Es ergibt sich fast der gleiche Befund, wie bei den früheren Aufnahmen. Weitere Zunahme der Gasentwicklung im Magen.

III. Fall.

Ferdinand P., Schneider, 47 Jahre alt. Aufnahmenummer 3804, Jahrgang 1911. Station 28 (Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Klemperer), Ösophaguskarzinom.

Anamnese: Erbliche Krankheiten in der Familie sind nicht bekannt. Pat. hat als Kind Masern gehabt; im 17. Jahre angeblich Wassersucht. Vor etwa 12 Jahren wurde ihm eine Knochengeschwulst am rechten Oberkiefer entfernt. (Operation: Exz. von Bergmann.)

Diagnose lt. Bericht: Myxosaccom.

Seit ca. 6 Jahren leidet Pat. an Sehschwäche; er befindet sich wegen seines Augenleidens seit 11 Wochen in einer hiesigen Augenklinik in Behandlung. In allerletzter Zeit traten Magenbeschwerden auf. Wegen dieser suchte Patient das Krankenhaus auf. Lues negatur. Reichlicher Alkoholmißbrauch.

Status: Schwächlicher Mann in reduziertem Ernährungszustand. Auf der rechten Wange eine alte Operationsnarbe. Keine Ödeme, keine Exantheme, keine Drüsenschwellungen, Nasen- und Rachenorgane ohne Befund.



Lungen: Leichtes Emphysem; Grenzen noch verschieblich.

Herz: Erster Ton über der Spitze unrein. Grenze: rechter Sternalrand, linke Mammillarlinie.

Abdomen weich; Leber erscheint ein wenig vergrößert. Die Magengegend ist druckschmerzhaft. Pupillen reagieren. Patellarreflex vorhanden. Atrophie der Nervi optici (Alkohol?). Druckschmerzhaftigkeit der Waden, reichliches Zittern der Hände. Urin ohne Befund.

30. 11. 11: Die Sondierung des Magens, welche zum Zwecke der Ausheberung des Probefrühstücks vorgenommen werden soll, gelingt auch mit weichem Schlauche nicht. Feste Sonden sind nicht über 38 cm weit einzuführen. Ein Harnröhrenkatheter (dickes Bougie) gelangt bis 41 cm.

2. 12. 11, Röntgenuntersuchung. Durchleuchtung im I. schrägen Durchmesser (Abb. 18). Die Kontrastspeise gelangt bis etwa in die Höhe der Vorhöfe; dort staut sich dieselbe, es kommt zu einer starken Erweiterung der Speiseröhre, an die sich zapfenförmig ein feiner Wismutstrahl, der bis zum Zwerchfell verfolgt werden kann, anschließt.

Diagnose: Stenose des Ösophagus in Höhe der Vorhöfe beginnend (Karzinom).

25. 12. 11: Patient erbricht fast alle feste Nahrung, er vermag nur flüssige Speisen zu sich zu nehmen. Während seines Aufenthaltes im Krankenhaus hat er 6 Pfund abgenommen. Er wird auf die chirurgische Station zur Anlegung einer Magenfistel verlegt.

3. 1. 12: Operation Chloroformäthernarkose (Dr. Mühsam). Seitlicher Schrägschnitt neben dem oberen linken Rippenbogen. Der Magen wird nach Eröffnung des Bauchfells hervorgezogen. Der Schlauch wird in der Weise eingenäht, daß die Schlauchöffnung nach der Kardia zu gerichtet ist. Doppelte Fixierung des Schlauches an den Bauch. Peritoneum und Faszie geschlossen, teilweiser Verschluß der Wunde, Tamponade, Verband. Die Fistel funktioniert gut.

13. 2. 12: Patient wird gebessert entlassen.

Untersuchung der Magenfistel.

31. 1. 12: Vor der Untersuchung mit der Wismutmahlzeit erfolgte eine Aufnahme über die Lage des Schlauches (Abb. 19). Man sieht, daß der Schlauch anstatt nach dem Pylorus (wie gewöhnlich) kardialwärts gerichtet ist. Er liegt mit seinem Ende in der Magenblase, dicht unter dem linken Zwerchfell. Der Fistelkanal stellt die Stelle vor, über die der Schlauch die größte Bogenkrümmung aufweist. Pat. bekommt durch die Fistel eine Aufschwemmung von 200 ccm Wasser mit 50,0 Bariumsulfat und 50,0 Bolus-Alba. Die sofort vorgenommene Aufnahme (Abb. 20) ergibt im Bilde eine Kreuzung der beiden Schlauchenden, die aber nur durch die Projektion bedingt ist. Es erscheint jetzt nicht mehr ein Sanduhrmagen; sondern nur der kardiale Teil des Magens ist gefüllt. Man bekommt so eine Figur ähnlich wie beim Pyloruskarzinom, da die Regio pylorica gänzlich ausfällt. Nach 6 Stunden (Abb. 21) sieht man noch einen deutlichen Wismutbeschlag im kardialen Magenteil, eine deutliche Intermediärzone zwischen Kontraststoff und Magenblase, die auf Ausfallen von Wismut zurückzuführen ist. Der pylorische Teil des Magens erscheint überhaupt nicht, anscheinend deswegen, weil die durch die Sanduhrenge überfließende Kontrastflüssigkeit durch den offenen Pylorus sofort in den Darm gelangt.

III. Untersuchung, 3. 2. 12: Patient bekommt durch die Fistel die normale Röntgenmahlzeit, welche aus einem breiigen Kakao-Wismut-Bariumsulfat Pudding besteht, durch die Fistel eingespritzt. Zehn Minuten nach der Nahrungsaufnahme (Abb. 22) sieht man ein ähnliches Bild, wie bei der vorigen Aufnahme. Doch kann man auch schon im Dünndarm eine ganze Menge von Kontraststoff konstatieren. Nach 6 Stunden (Abb. 23) ist der Magen entleert, im Dünndarm ist auf der linken Seite nur noch wenig Kontraststoff zu konstatieren. Dagegen sind die auf der rechten Bauchseite liegenden Dünndarmschlingen dicht gefüllt, ein Befund, der etwa der Norm nahe kommen dürfte.

Ein Beitrag zur Röhren-„Regulierung".

Von

Ingenieur **Friedrich Schlenk,** Dresden.

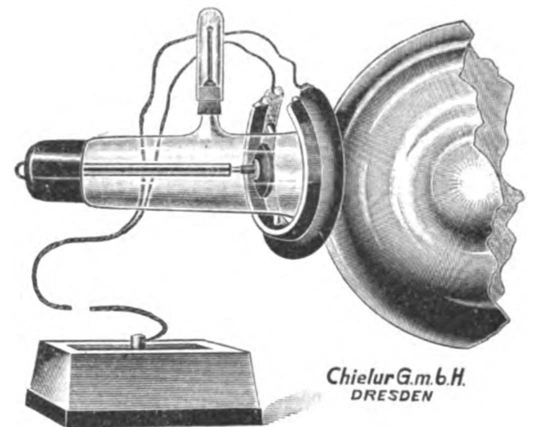
Im Band XXI, Heft 2, 1913 dieser Zeitschrift beschrieb ich eine Röntgenröhre, deren Strahlungscharakter durch die Betätigung eines entfernt angeordneten elektrischen Widerstandes verändert werden kann, ohne daß das Röhrenvakuum irgendwie beeinflußt wird. Das Prinzip beruht auf den bekannten Arbeiten von Wehnelt und Schmidt vom Jahre 1903 und 1904. Die Kathode der von mir beschriebenen Röhre war ausgegossen mit einem Alkalioxyd, das von außen durch

den elektrischen Strom feingradig erhitzt wird und dann negative Ionen in den dunklen Kathodenraum hineinsendet. Hierdurch wird der Röhrenwiderstand und damit der Strahlungscharakter verändert, resp. „reguliert". Diese Röhren-„Regulierung" folgt also direkt der von beliebiger Stelle vorgenommenen Stromveränderung. Sobald die Erhitzung der Kathodengußmasse ausgeschaltet wird, hat die Röhre wieder den ihrem Vakuum entsprechenden Härtegrad.

So hübsch der Gedanke ist, so stellen sich aber diesen Manipulationen im Röhreninnern technisch und fabrikatorisch große Schwierigkeiten in den Weg. Das wird bei dem diffizilen Charakter des Röhrenvakuums jedem Fachmanne einleuchtend sein.

In vorstehend abgebildetem Apparat glaube ich nun eine solche „Regulierung" geschaffen zu haben, die vermittels einer federnden Arrettierung wahlweise auf den Kathodenhals aufgeschoben werden kann.

Den kleinen Zusatzapparat nannte ich „Röntgenröhrenregler"; seine Ausführung ist die, daß ein runder Aluminiumhohlkörper mit dem hitzbeständigen Oxyd eines Alkalierdmetalls ausgegossen ist; in diese Gußmasse ist eine Spirale eingebettet, die in zwei Anschlußklemmen endet. Durch den Betriebsstrom des Röntgenapparates kann diese Spirale an Hand eines der gebräuchlichen Regulierrheostaten feingradig erhitzt werden; dieser Rheostat kann einen beliebigen Platz (im Schutzhaus, am Durchleuchtungsstativ, am Reguliertisch usw.) haben, ein paar normale Lichtleitungsschnüre führen zum Röntgenröhrenregler. Die Erhitzung wird veranlaßt durch den Betriebsstrom des Röntgenapparates, und dieser zugeführt durch eine Steckdose oder durch die Beleuchtungslampe des Röntgenapparates.



Streng genommen erlaubt die oben beschriebene Regulierung nur ein Herabsetzen des Röhrenhärtegrades, aber außer bei Tiefentherapie wird es in der Praxis immer auf ein Weichermachen der Röhre ankommen. Ferner wird man sich bei kräftigen Belastungen immer nur auf seine älteren „ausgereiften" Röhren verlassen können, während junge Röhren bekanntlich erst nach einer Reihe leichter Aufnahmen einen zuverlässigen Charakter annehmen.

Die neue „Regulierung" birgt für Aufnahmen und Therapie den Fortschritt ohne Vakuumveränderung den Härtegrad einer Röntgenröhre vor und während des Betriebes verändern und einstellen zu können. Für die Durchleuchtung birgt sie den Fortschritt vor und während des Betriebes durch wahlweises und genaues Anpassen der Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen die allerfeinsten Dichtigkeitsunterschiede wahrzunehmen.

Nach dem Ausschalten des Heizstromes hat die Röntgenröhre natürlich wieder ihren früheren Strahlungscharakter.

Der Apparat ist handlich und bequem zu bedienen; Defekte sind eigentlich ausgeschlossen, da der Widerstand nicht mehr Strom durchläßt, wie die Heizspirale verträgt. Die Abnützung ist gleich derjenigen einer Glühlampe; der Apparat aber nach dem Abbrennen der Heizspirale für wenige Mark zu reparieren.

Lieferantin des Röntgenröhrenreglers ist die Chielur G. m. b. H., Dresden-A.3. Der Preis des gesamten Apparates beträgt 37 Mark.



Aus dem Zentralröntgenlaboratorium im K. k. Allgemeinen Krankenhause in Wien (Vorstand: Primarius Prof. Holzknecht) und Aus der I. med. Abt. des K. k. Allgem. Krankenhauses in Wien (Vorstand: Prof. Pal).

Gastrospasmus bei Urämie.

Von

Dr. **Josef Freud**, Assistent am Zentralröntgenlaboratorium.

(Hierzu Tafel XX, Fig. a.)

Unter Gastrospasmus versteht man mit Holzknecht und Luger die tetanische Kontraktion eines größeren Magenteiles oder des ganzen Magens. Seine radiologischen Merkmale sind: Verengerung (zirkulärer Füllungsdefekt) der betroffenen Magenpartien, Fehlen der Peristaltik, grobzackige oder feinzackige Konturenführung an der sichtbaren Füllung und eine Motilitätsstörung bald im Sinne der Verzögerung, bald der Beschleunigung.

Man unterscheidet einen totalen und einen partiellen, beziehungsweise regionären Gastrospasmus. Letzterem kommt meistens noch ein weiteres Merkmal zu, ein scharfes Absetzen gegenüber den nicht betroffenen Anteilen, wie bei einem zirkulären Karzinom der Pars pylorica.

In der 16 radiologisch festgestellte Fälle umfassenden Kasuistik der Studie Holzknechts und Lugers sind folgende ätiologische Momente verzeichnet: Morphium (Van der Velden), Salzsäurevergiftung (Holzknecht und Luger), Tabes (Stierlin), Tetanie (Schwarz und Falta), Hysterie (Schnitzler, Stierlin), Cholelithiasis (Holzknecht), Nikotin (Schwarz), Amyloidosis (Schwarz), Magenphlegmone (Dietlen).

Waldvogel teilt mit, daß er einen klinisch angenommenen Gastrospasmus bei einem Falle von Urämie beobachtet habe. Allein es ist, wie unten gezeigt werden wird, in der Mitteilung dieses Autors keine eindeutige Begriffsbestimmung des Gastrospasmus zu finden. Soweit aus den zerstreuten Andeutungen zu ersehen ist, wird der Begriff vom Autor sehr weit gefaßt. Schließlich ist seine Methode zum Nachweis des Gastrospasmus nicht geeignet, die spezielle Art desselben in einem gegebenen Falle zu bestimmen.

Es sei daher gestattet, vorerst einen Fall mitzuteilen, in welchem ein Gastrospasmus im oben eng umschriebenen Sinne radiologisch angenommen worden ist; wobei der klinische Verlauf und der Obduktionsbefund mit Recht an eine Beziehung zwischen dem beobachteten Gastrospasmus und der gefundenen Urämie denken lassen.

Patient K. A., 37 Jahre alt, aufgenommen am 17. II. 14 auf die I. med. Abteilung des Allgem. Krankenhauses. (Vorstand: Prof. Pal.)

Anamnestische Daten: Wiederholte bronchopulmonale Erkrankungen. Keine Magen- und Darmbeschwerden. Einsetzen der gegenwärtigen Beschwerden: Dyspnoe, Brustschmerzen und Schwindel vor 14 Tagen. Kein Nikotinabusus.

Status praesens vom 17. II. 14:

Rhinopharyngitis chronica. Schallverkürzungen an den Lungenspitzen. Verschärftes In- und Exspirium. Laute Herztöne. Geschlängelte Arteria radialis; Wand derselben verdickt. Arythmie bei normaler Frequenz und Spannung des Pulses. Spuren von Albumen im Harne. Im Harnsedimente: Epithelzellen und Leukozyten. Keine Zylinder. Keine roten Blutkörperchen.

Keine Odeme. Keine Leber- und Milzschwellungen. Wassermann +. Alte Synechie an der rechten Pupille. Normale Pupillenreaktion und sonstiger normaler Nervenstatus.

Daten aus dem Decursus morbi.

Am 25. II. Blutdruck 150 nach Gärtner. Esbach 2‰.

Im Sedimente: Leukozyten in Klumpen. Erythrozythen, hyaline und grob granulierte Zylinder.

Am 3. III. Blutdruck 155,0; Esbach 4‰.

Am 16. III. Blutdruck 120,0; Esbach 2‰. Morgens und um mittags Erbrechen. Reflexe gesteigert.

Am 17. III. Morgens nüchtern Erbrechen.

Am 20. III. Befund des Mageninhaltes nach einem Probefrühstück:

Freie Salzsäure Ø. Gesamtazidität 13. Milchsäure +. Grobe Rückstände. Milchsäurestäbchen.

21. III. Abends Erbrechen.

22. III. Bei Einführung der Duodenalsonde: Kein alkalisches Sekret erhältlich; Entleerung von 150 cm^3 Flüssigkeit. In dieser: Freie Salzsäure Ø. Gesamtazidität 14.

24. III. Im Harne Sanguis stark positiv. Erbrechen der am vergangenen Tage genossenen Speisen. Röntgenuntersuchung (siehe unten).

27. III. 12 Stunden nach einer Probemahlzeit: Entleert 80 cm^3. Grobe Rückstände. Gesamtazidität 82. Freie Salzsäure Ø. Milchsäure stark positiv. Milchsäurebazillen. Muskelfasern und Stärkekörner.

25. III. Urinmenge 800,0. Esbach 5‰. Somnolenz. Bei der Magenspülung werden grobe Rückstände gefunden.

31. III. Schwere Bewußtseinstrübung. Zuckungen im Gesichte und in den Extremitäten. Große Atmung, T. 36,4, P. 80.

1. IV. Exitus.

24. III. Einmalige Röntgenuntersuchung:

6½ Stunden nach Einnahme des Wismutbreis (40,0 $BiCo_3$ + 300,0 Grießbrei) der größere Teil derselben im Magen. Der kleinere Teil im unteren Dünndarm. Der Magen ist klein und hoch gelegen. Die oberen Partien desselben sind relativ breit und hoch gefüllt. Die Pars pylorica ist schmal; am Pylorus zugespitzt und mangelhaft gefüllt.

Es gelingt nicht Kontrastsubstanz in die Pars pylorica manuell hineinzupressen. Die große Kurvatur ist im Bereiche der schlecht gefüllten Pars pylorica und Pars media klein bis grobzackig konturiert und sie ist ferner im Bereiche der Pars media in schräger und in der Pars pylorica in steiler Form treppenartig eingezogen. Im Verlaufe der längerdauernden Durchleuchtung ist keine Peristaltik am Magen zu bemerken. Eine solche wird auch nicht durch Druck auf die Magengegend und durch Neigung nach rechts ausgelöst. Eine Resistenz ist entsprechend dem Füllungsdefekte der Pars pylorica nicht sicher zu tasten.

Die eigentümliche urämische Bewußtseinsstörung des P., die anamnestischen Daten und die erhobenen, dem Gastrospasmus eigentümlichen morphologischen und funktionellen Merkmale, legten die vorläufige Annahme eines solchen nahe, obwohl das Bild dem eines Skirrhus der Pars pylorica glich. Es bestand die Absicht zum Nachweise jenes eine Wiederholung der Untersuchung, eventuell mit Verabreichung von Papaverin bzw. Atropin vorzunehmen. Die Wiederholung der Untersuchung konnte aber wegen des Allgemeinbefindens des P. nicht durchgeführt werden.

Klinische Diagnose vor der Obduktion: Nephritis parenchymatosa mit beginnender Schrumpfung. Urämia chronica (Ca,? Lues?).

Obduktionsbefund (Doz. Dr. v. Wiesner:)

Chronisch parenchymatöse Nephritis im Stadium der beginnenden sekundären Schrumpfung; frischer hämorrhagischer Nachschub. Hypertrophie des ganzen Herzens, insbesondere des linken Ventrikels. Parenchymatöse Degeneration des Herzmuskels und der Leber, subakuter Milztumor. Lobulärpneumonie in beiden Lungenunterlappen und den hinteren Partien der Oberlappen im Stadium der roten Hepatisation. Akutes Lungenödem. Chronisches Lungenemphysem. Ausgeheiltes Ulcus ventriculi an der kleinen Kurvatur, chronischer Magenkatarrh, Ödem und Hyperämie und einzelne kleine Blutungen in der Schleimhaut des unteren Dünndarms. (Deutlicher ammoniakalischer Geruch des Mageninhaltes.)

Epikrise: Der Fall wurde klinisch als Urämie erkannt. Auffällig war der Befund der Achlohydrie, der entweder zur Urämie gehörte oder aber eine Erscheinung einer Komplikation von Seiten des Magens sein konnte. Die infolgedessen vorgenommene Röntgenuntersuchung lehrte, daß Carcinom oder Gastrospasmus vorlag. Anzunehmen war mit Hinblick auf den Allgemeinzustand des Patienten (uräm. Bewußtseinstörung) eher als Gastrospasmus. Die Obduktion ergab am Magen eine alte, kleine Ulkusnarbe, chronischen Katarrh und ammoniakalisch riechenden Inhalt. Urämische Veränderungen im Darme und nephritischen Befund am Herzen und in den Nieren. Danach kann in diesem Falle ein Nebeneinander von Gastrospasmus und Urämie als festgestellt erachtet werden.

Eine weitere Mitteilung soll darüber berichten, ob dieses Nebeneinander ein regelmäßiges Vorkommnis ist, ferner, auf welchem experimentellen Wege man einen Einblick in den Mechanismus dieser Beziehung sich verschaffen könnte.

Es ist oben erwähnt worden, daß Waldvogels Angabe, er sei einem Gastrospasmus bei einem urämischen Zustande begegnet, nicht gut verwertbar sei. Um dies zu erhärten und die wichtige Frage zu streifen, welche Stellungnahme zur bedeutsamen Behauptung Waldvogels

von einer weiten Verbreitung des Gastrospasmus gegenwärtig möglich sei, sei die jüngere Literatur des Gastrospasmus kurz skizziert.

Sie beginnt mit einer Arbeit Waldvogels, auf die kasuistische Mitteilungen von radiologischer Seite folgen. Schließlich widmen Holzknecht und Luger dem Gegenstande eine zusammenfassende Studie.

Waldvogel sucht nach einer Erklärung für „die Klagen der Patienten über Druck, Völle, Schmerz und Aufstoßen reiner Luft ohne Geruch oder Geschmack" und meint eine solche in dem alten klinischen Begriff des Gastrospasmus gefunden zu haben. Der Nachweis des Gastrospasmus sei erbracht, wenn die untere Grenze des Magens bei CO_2-Aufblähung im Liegen 2—3 Querfinger oberhalb des Magens bleibe und die erwähnten Klagen vorhanden seien. Der Gastrospasmus sei ein Zustand der tragenden Magenwand, abgesehen vom elastischen Gewebe der Muskulatur. — An einer anderen Stelle dieser Arbeit heißt es, daß er in einem Spasmus der Fundusmuskulatur bestehe. Die erwähnten Klagen seien sehr verbreitet und hiemit sei auch der Gastrospasmus häufiger als (wie) das Ulcus. Gastrospasmus sei die Ursache der Beschwerden im ersten Stadium der Bleiintoxikation, der Erscheinungen bei abdomineller Arteriosklerose. Er sei ihm auch in einem Falle bei Urämie begegnet, was er selbstverständlich finde.

Aus der Arbeit Waldvogels ist nicht zu entnehmen, ob er bei diesen Zuständen den Gastrospasmus mittels CO_2-Aufblähung nachzuweisen versucht hätte, bzw., wie oft der Nachweis eines solchen ihm gelungen wäre.

Eine Zusammenfassung ergibt also, daß man bei Waldvogel unter den Merkmalen des Gastrospasmus Forderungen, Behauptungen, Annahmen und bloß eine Beobachtung (Stand der unteren Magengrenze 2—3 Querfinger oberhalb des Nabels bei der CO_2-Aufblähung) findet.

Will man aber nur Beobachtungen als Merkmale eines medizinischen Begriffes gelten lassen, so liegt es nahe, sich vorläufig auf den auf röntgenologischem Wege gewonnenen Begriffe von Gastrospasmus zu beschränken, wie er in den einleitenden Bemerkungen geschildert worden ist.

Auf die Behauptung Waldvogels, daß der Gastrospasmus sehr verbreitet sei, wird in einem anderen Zusammenhange des näheren eingegangen werden.

Es soll jedoch hier bemerkt werden, daß die von radiologischer Seite dieser Behauptung erteilten Zustimmung als verfrüht erachtet werden muß.

Gewiß wird mancher Magenradiologe mit großer Erfahrung mehrere Fälle retrospektiv als Gastrospasmus deuten dürfen. Holzknecht und Luger konnten aber bloß 16 verwertbare Fälle finden.

Eine Zusammenfassung aus diesen ergibt, daß folgendes beim Gastrospasmus beobachtet worden ist:

Er besteht bereits bei ungefülltem Magen; er tritt auch in tiefer Narkose auf; er kann intermittierend sein; die Peristaltik sistiert, und die Motilität ist gestört. Seine Beziehung zum Pylorospasmus, zum Erbrechen, sowie seine Reaktion auf Atropin sind ungeklärt. Es erübrigt noch, Beobachtungen nach dieser Richtung zu sammeln.

Wenn der alte klinische Begriff des Gastrospasmus, wie von Waldvogel festgestellt wird, aus der Mode gekommen ist, so ist es deswegen geschehen, weil er bloß zur Stufe eines plausiblen Denkmittels gediehen war und nicht bis zu der eines Bildes von Beobachtungen. Eine bloße Denkmöglichkeit läuft aber natürlich Gefahr, im Wettstreite mit anderen Möglichkeiten zu unterliegen.

Resümee:

1. Im vorhergehenden ist über die erste einwandfreie Beobachtung von Gastrospasmus bei Urämie berichtet worden.
2. In den von Holzknecht und Luger gesammelten Fällen ist freie HCl im Magen-

inhalt gefunden worden, soweit über den chemischen Mageninhaltsbefund berichtet wird. In unserem Falle bestand Achlorhydrie.

3. Über die Beziehungen zwischen Gastrospasmus und Urämie wird demnächst eine weitere Mitteilung erfolgen.

4. Der auf Grundlage der bisherigen radiologischen Beobachtungen sich ergebende Begriff des Gastrospasmus ist enger als wie der klinische.

5. Eine Wertung der Anschauung Waldvogels über die weite Verbreitung des Gastrospasmus wäre erst nach einer Sammlung andrer Beobachtungen am Platze.

Literatur.

Waldvogel: Münch. med. Wochenschrift 1911, Nr. 2.
Schwarz: Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstr. Bd. 17, Heft 3.
Dietlen: Verhandlungen des 29. Kongresses für innere Med.
Stierlin: Münchener med. Wochenschrift 1912, Nr. 15, 16.
E. Schlesinger: Berl. klin. Wochenschrift 1902, Nr. 76.
Holzknecht und Luger: Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie. Bd. 26.

Zur Röntgendiagnose der Hirntumoren der Hypophysengegend.

Von

Professor Dr. med. **A. Strubell**, Dresden.

(Hierzu Tafel XXI, Fig. 1—6.)

Der 21 Jahre alte Landwirt kommt am 26. 5. 12 in meine Behandlung. Er hat sich bis auf einige Kinderkrankheiten immer wohl gefühlt und ist nur vor ein paar Jahren nervenärztlich untersucht worden, wobei Symptome von Neurasthenie festgestellt wurden. Patient hat angeblich ziemlich reichlich masturbiert und sich im übrigen mit vieler Mühe durch das Gymnasium bis zur Unterprima hindurchgewunden. Der Ausdruck ist zutreffend, denn er hat fast in jeder Klasse 2 Jahre zugebracht. Letzte Ostern ging es dann nicht mehr, es stellte sich eben die Unmöglichkeit heraus, größere Mengen Examenswissen dem entschieden sehr minderbegabten jungen Menschen beizubringen.

Der Patient ist, wie ich später feststellen konnte, im November 1911 in Breslau augenärztlich, im Februar 1912 in Berlin internistisch untersucht worden, und hat sich im März 1912 aus eigenem Antrieb in eine Lebensversicherung aufnehmen lassen. Das Attest des Vertrauensarztes lautete durchaus günstig; in diesem Attest, in welches ich Einsicht nehmen konnte, fiel mir auf, daß der Gang am 6. März sicher gewesen ist, die Pupillenreaktion gleich, die Patellarreflexe leicht auszulösen. Über den damaligen Zustand der Intelligenz sagt das Attest des Vertrauensarztes nichts. Der allgemeine Habitus wird nicht bemängelt und besonders betont, daß er weder einen phthisischen noch einen apoplektischen Habitus aufweist.

Der Patient kommt am 26. 5. 12 in meine Behandlung, und es wird mir außer dem Ersuchen um genaue Feststellung seines Zustandes die Bitte vorgetragen, zu bestimmen, was denn eigentlich aus dem jungen Menschen werden solle, da doch seine äußerst niedrige Intelligenz ihn zu keinen besonderen geistigen Leistungen befähigt. Der Patient hatte Passion zur Landwirtschaft und hat sich, wenn auch nicht mit gutem Erfolge, bereits darin betätigt. — Ich fand bei der Untersuchung zwar keinen phthisischen oder apoplektischen Habitus, wohl aber diejenige Körperbeschaffenheit, welche wir neuerdings als den Typus adiposo genitalis bezeichnen, eine bei einem so jungen Menschen auffallende, ziemlich hohe Fettleibigkeit, starke Entwicklung der Mammae, beinahe völliges Fehlen der Pubes und kümmerliche Beschaffenheit der äußeren Genitalien. Der Patient machte auf mich entschieden einen neuropathischen Eindruck; die Reflexe waren lebhaft, eher gesteigert, die Intelligenz bei formvollendet liebenswürdigem Benehmen sehr stark herabgesetzt. Ich habe, soweit mir dies in der Sprechstunde tunlich erschien, eine Intelligenzprüfung vorgenommen und ihn auch sonst außerhalb der Sprechstunde auf seine psychischen Leistungen kontrolliert. Es fiel mir auf, daß der Patient, der doch das Gymnasium bis Unterprima, wenn auch nicht sehr erfolgreich, durchgemacht hat, einen Stand des Wissens hatte, den man bei seiner Provenienz aus einer sehr guten, wohlhabenden bürgerlichen Familie als geradezu desolat bezeichnen konnte. So z. B. redete ich ihn französisch an, worauf er, sehr höflich sich verbeugend, einige verbindliche französische Brocken zu murmeln versuchte; ich hatte den Eindruck, daß er ungefähr meine Worte verstand, aber nicht fähig war, sich selbst ordentlich in der Sprache auszudrücken. Ein Versuch mit



Englisch scheiterte noch viel früher. Was die geschichtlichen Kenntnisse anlangt, so müßte nach meinem Ermessen ein Quartaner bessere haben; von arithmetischen und rechnerischen Begriffen ganz zu schweigen. Es machte den Eindruck, als wenn die ganze Gymnasialzeit an dem Patienten ziemlich spurlos vorübergegangen sei, und ich schrieb damals, besonders in Rücksicht auf die mir von den Verwandten berichtete Tatsache, daß der Patient in den letzten Tagen gelegentlich einmal leichte Zuckungen oder Krämpfe gehabt habe, vorläufig in mein Buch die Diagnose: Hysterie, Idiotie. — Immerhin war doch der adiposo-genitale Habitus für mich so sehr in die Augen springend, daß ich, auch bei dem hohen Grade von Euphorie des Patienten, der eigentlich über nichts zu klagen wußte, an irgendwelche Veränderungen an der Hypophysis cerebri dachte. Ich habe daher gleich den übernächsten Tag drei Röntgenphotographien des Schädels des Patienten im sagitalen und frontalen Durchmesser aufgenommen. Die Aufgabe, den Patienten zu röntgenographieren war freilich keine sehr leichte, da der Patient bei seiner ziemlichen Demenz und einer im Verlaufe der nächsten Wochen zunehmenden Körperschwäche einfach nicht still hielt und entweder wackelte oder kraftlos zur Seite sank. Ich habe aus diesem Grunde im Laufe der Zeit 10 Röntgenphotographien vom Schädel des Patienten aufgenommen, da es mir doch hier sehr darauf ankam, den eventuellen Sitz eines Hirntumors festzustellen, an den ich nunmehr bei dem zunehmenden Verfall der Kräfte des Patienten, einer allmählichen Unsicherheit im Gehen und einer wenigstens relativen Inkontinenz von Blase und Mastdarm dachte. Unterdessen hatte ich übrigens die Einnahme von Pituitrin (Parke, Davis & Co., London) per os inauguriert, eine Verordnung, unter der der Patient etwas von seinem Fettpolster verlor, unter der sich aber keinerlei sonstige klinische Besserung herausstellte. Es schien also soviel klar zu sein, daß man eine Hypofunktion der Hypophyse selbst nicht zur Erklärung des Krankheitsbildes heranziehen konnte.

Die Röntgenuntersuchung ergab bei Aufnahmen in sagitaler Richtung keinerlei Anhaltspunkte für eine halisteretische Aussparung von Teilen des knöchernen Schädeldaches, aus denen auf das Vorhandensein eines Tumors an der Konvexität des Gehirns hätte geschlossen werden können. Dagegen zeigte die seitliche Aufnahme des Patienten, die trotz der durch die Unruhe des Patienten bedingten technischen Schwierigkeiten sehr gut gelang, ein Bild, das in Verbindung mit dem Typus Adiposo-genitalis und einer neuerdings auftretenden, dem Patienten zum Bewußtsein gelangten und auch augenärztlich konstatierten Sehstörung (linksseitige homonyme Hemianopsie) eine einheitliche befriedigende Erklärung des Krankheitsfalles zu gestatten schien. Es fiel bei der Seitenphotographie auf, daß die Sella turcica deutlich erweitert und nach oben abgeflacht war. Ich werde nicht verfehlen, mich über dieses einwandsfrei erhobene objektive Symptom und über seine Bedeutung nachher ausführlich zu äußern, möchte aber zunächst in dem Krankheitsberichte fortfahren.

Ich stellte auf Grund der Trias von Symptomen, Typus Adiposo-genitalis, Abflachung der Sella turcica und linksseitige homonyme Hemianopsie die Diagnose: Tumor in der Gegend der Hypophyse, und zog zur weiteren Aufklärung des neurologischen Befundes Herrn Kollegen Hans Haenel zu. Den Augenbefund hat Herr Sanitätsrat Fritz Schanz freundlichst aufgenommen.

Unterdessen hatte sich aber das Befinden des Patienten bereits wieder um ein wesentliches verschlechtert, indem daß Patient, der als er zu mir in Behandlung kam, noch sehr gut in meine Sprechstunde gehen konnte und nur einen hohen Grad von körperlicher Trägheit zeigte, immer weniger imstande war, sich selbständig und ohne Unterstützung fortzubewegen, wobei auffiel, daß er stets nach rechts hinübersank. Dazu bekam Patient gelegentlich Zittern, besonders in der linken Hand, ist auch gelegentlich, wenn er unbeobachtet war, auf der Straße oder im Hotel umgefallen, und hat beim Sitzen eine Neigung nach rechts zu sinken.

Herr Hans Haenel entdeckte zunächst beim Patienten ein bis dahin in der Literatur noch nicht bekanntes Symptom, indem nämlich bei der deutlichen Klopfempfindlichkeit der rechten Schädelhälfte schon bei leisem Klopfen mit der Fingerkuppe auf die rechte Scheitelgegend eine lebhafte reflektorische Zuckung der Bauchmuskeln auftrat, die er auf refl. Zwerchfellintraktionen zurückführte, so stark, daß die auf dem Bauche liegende Hand direkt in die Höhe gehoben wurde. Bei Beklopfen der unempfindlichen linken Schädelhälfte fehlte diese Zuckung. Herr Hans Haenel stellte auf Grund seines Befundes, den er hier nachher wohl ausführlich vortragen wird, die Diagnose: Tumor in der Gegend der Hypophyse mit Metastasen im Stirnhirn.

Das Befinden des Patienten verschlechterte sich nun immer mehr. Es war ihm vollkommen unmöglich, sich selbständig fortzubewegen, ohne nach rechts und hinten umzufallen. Auch im Bett, in der passiven Rückenlage sinkt Patient konstant nach rechts um. Die Inkontinenz von Blase und Mastdarm ist eine beinahe vollständige geworden, die Sehstörung hat zugenommen; Patient wird merklich stumpfsinniger, es treten intermittierende Krampfanfälle, Zittern der linken oberen Extremität auf; die Handschrift des Patienten hat sich bis zu völliger Unleserlichkeit verschlechtert, so daß Patient kaum noch seinen Namen schreiben kann. Diese schlimme Wendung veranlaßte mich, den Verwandten die Hinzuziehung eines Chirurgen, behufs Vornahme einer Operation des in der Gegend der Hypophyse liegenden Tumors zu empfehlen.

Herr Hofrat Friedrich Haenel, der den Patienten in seine Klinik übernahm, konnte sich nicht ohne weiteres zur Vornahme einer eingreifenden Operation entschließen. In Frage kam für den Fall, daß wir radikal vorgehen wollten, in erster Linie die Schloffersche Operation, bei der sich der Operierende von der Nase aus in sagitaler Richtung einen Weg durch das Keilbein nach der Sella turcica schafft. Herr Frdr. Haenel wehrte sich gegen die Vornahme dieser Operation, an welche ich anfangs dachte, besonders mit dem Hinweis darauf, daß dieselbe eventuell nicht genügenden Überblick über die Geschwulst in ihrer ganzen Ausdehnung gewähre, und weil die in der chirurgischen Literatur niedergelegten Angaben über die Dauererfolge dieser Operation der Befürchtung Raum geben, daß man nur selten wirklich radikal operiert, indem Teile der Geschwulst, die eventuell oberhalb der Sella sich befinden, dem Blickfeld des Operateurs sich entziehen. Auch die bedeutend besseren Überblick gewährende Feodor Krausesche Operation wurde von Herrn Frdr. Haenel vorläufig als sehr eingreifend und auch wegen der nicht völligen Sicherheit der Diagnose abgelehnt. Bei dieser Operation wird zweiseitig die Stirn trepaniert und dann über dem Dache der Orbita zunächst extradural, und dann, indem man, sobald man sich der Alae parvae des Keilbeins nähert, intradural vorgeht durch Heben des Stirnbeins bei genügend großer Trepanationsöffnung mit einem stumpfen Haken die Hirnbasis mit der Gegend der Hypophyse dem Blicke zugänglich macht. Natürlich hätte man auch zwei weitere transsphenoidale Operationsmethoden wählen können 1. die chirurgische von Kocher, 2. die rhinologische von Hirsch. Dagegen wurde am 18. 7. sowohl probatorisch als auch zur Entlastung des Hirns von dem ganz offenbar bestehenden intrakraniellen Drucke die Hirnpunktion, von der Stirne ausgehend ins rechte Vorderhorn ausgeführt, 20 ccm Liquor cerebrospinalis entleert und einige Gewebspartikel aus dem Gehirn zur mikroskopischen Untersuchung aspiriert. Die nächsten Tage nach der Punktion war das Sensorium entschieden freier, das Gesichtsfeld nach links erweitert, auch blieb Erbrechen, das gelegentlich vorher auftrat, jetzt aus.

Am 30. 7. wurde der Balkenstich ausgeführt und unter sehr geringem Drucke nur 10 ccm entleert.

Am 31. 7. nochmals eine Hirnpunktion am Vorderhorn ausgeführt, wobei sich unter sehr starkem Drucke 100 ccm Liquor entleert.

Der klinische Erfolg der Punktion war wieder ein günstiger, indem das Sensorium mehrere Tage lang bedeutend freier war. Allmählich verschlechterte sich aber das Sehvermögen bis zum Eintritt der vollständigen Amaurose. Es wurden im Laufe des September noch einige Hirnpunktionen vorgenommen, welche stets den Zustand des Sensoriums, das später bis zur tagelang andauernden völligen Bewußtlosigkeit benommen war, befreiten. Die erneuten Erörterungen behufs Anstellung einer radikalen Operation wurden zum Schweigen gebracht durch die Tatsache, daß Patient zu fiebern begann. Es hatte sich ein fieberhafter Zustand entwickelt, der zuerst als Meningitis imponierte, eine Annahme, die besonders dadurch wahrscheinlich gemacht wurde, daß die mehrfach an einer Stelle wiederholten Hirnpunktionen ein Durchsickern des Liquor aus der sich nicht mehr schließenden Punktionsöffnung zur Folge hatten. Dieses Hindurchsickern entlastete auf der einen Seite in klinisch durchaus günstiger Weise das Gehirn von dem sich immer mehr steigernden Drucke der offenbar doch wachsenden Geschwulst; andererseits bildete diese Öffnung eine nicht zu unterschätzende Gefahr bezüglich der Infektion der Hirnhäute. Bei der immer größer werdenden Bewußtseinsstörung wurde auch die Nahrungsaufnahme immer schwieriger, so daß sich eine Aspirationspneumonie entwickelte, an der der Patient am 7. 10. einging.

Vorher wurde noch auf Wunsch der Verwandten Professor Oppenheim-Berlin zugezogen, der nach genauester Untersuchung des Patienten auf Grund des vorhandenen Nystagmus bei Gleichgewichtsstörung und des Symptoms der Adiadochokinesis die Wahrscheinlichkeitsdiagnose auf Kleinhirntumor stellte, ohne sich jedoch absolut darauf festzulegen, und der in Rücksicht auf den desolaten Zustand des total amaurotischen Patienten und auf das hohe Fieber eine Operation gleichfalls ablehnte.

Die Sektion, die Herr Geheimrat Schmorl so freundlich war auszuführen, ergab ein vom Hypophysengang ausgehendes, mehrkammeriges zystisches Dermoid der Hirnbasis. Starker Hydrocephalus, besonders des rechten Vorderhorns, keine Meningitis, dagegen pneumonische Infiltrate auf der Lunge. —

Es ist, m. H., nicht meine Absicht, Herrn Hans Haenel vorzugreifen und die rein neurologische Seite des vorliegenden Falles hier eingehend zu erörtern.

Was mich an dem vorliegenden Fall persönlich am meisten interessiert hat, ist die Tatsache, daß zu einer Zeit, wo die klinischen Erscheinungen sich erst im Anfang einer Entwicklung befanden, die später so verhängnisvoll für den Patienten werden sollte, die Anwendung des Röntgenverfahrens in Verbindung mit dem Habitus und der Sehstörung die Diagnose mit Sicherheit auf die Gegend der Hypophyse hinlenkte, und daß diese objektive diagnostische Feststellung durch die Sektion bestätigt worden ist und daß andere Raisonnements, die von gewiegter neurologischer Seite aufgestellt wurden, das chirurgische Handeln abgelenkt haben. Es gewinnt der Fall natürlich dadurch noch ein besonderes Interesse, daß Professor Oppenheim, der, wie Sie wissen, zuerst die Anwendung des Röntgenverfahrens für die Diagnose der



Tumoren der Schädelbasis empfohlen hat, in diesem Falle über den Röntgenbefund gewissermaßen hinwegging und sich mehr der Wahrscheinlichkeitsdiagnose Kleinhirntumor zuneigte. Da empfiehlt es sich doch, auf die Röntgenuntersuchung der Schädelbasis am Lebenden mit einigen Worten einzugehen und ihre klinische Bedeutung zu würdigen.

Wenn wir überhaupt pathologische Befunde an der in anatomischer Hinsicht so überaus komplizierten Schädelbasis studieren und verwerten wollen, so ist es zunächst nötig, sich das normale anatomische Bild derselben auf röntgenographischem Wege genau vor Augen zu führen. Es bedarf wohl keines besonderen Hinweises, daß wir selbstverständlich auch Hirntumoren der Schädelbasis nicht direkt mit dem Röntgenverfahren nachweisen können, sondern nur indirekt aus den durch sie verursachten Veränderungen an den Schädelknochen. Alle jene Befunde sind a limine abzuweisen, bei denen in der Krankengeschichte etwa steht, daß auf röntgenographischem Wege ein Gehirnabszeß oder — wie ein Autor schrieb — ein blutreicher Tumor der Hypophyse diagnostiziert worden wäre. Das ist natürlich in dieser Form vollkommen unmöglich. Dagegen ist es sehr wohl möglich, aus dem Fehlen oder der Veränderung oder räumlichen Verschiebung von Knochenteilen von bekannter Lage diagnostische Schlüsse auf die Ursachen solcher röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen zu ziehen. Es würde mich natürlich viel zu weit führen, wollte ich mich auf die Erörterung der ganzen Anatomie der Schädelbasis hier einlassen. Ich will vielmehr nur die Veränderungen in der Gegend der Sella turcica erörtern und die Befunde in den umgebenden Knochen des Schädels insoweit erwähnen, als sie zum unbedingten Verständnis hier nötig sind.

Die Ursache der früheren Vernachlässigung des röntgenologischen Studiums der Schädelbasis ist, wie Schüller ausführt, wohl großenteils in den Schwierigkeiten zu suchen, welche die Anfertigung und die richtige Deutung der Röntgenbilder der Schädelbasis und des Schädels überhaupt bietet.

Scheier schildert dieselben in dem Kapitel „Radiologie des Schädels“ im Traité de Radiologie medicale 1904: „L'interprétation des radiographies (de la tête) présentent beaucoup de difficultés; les ombres en effet sont ici trés complexes et un observateurs même expérimenté, serait-il un anatomiste mérité, a de la peine à les reconnaître. Il faut ajouter que les résultats obtenus ne sont pas constants: tandis que l'on manque rarement une radiographie de la main, celle de la tête au contraire donne encore fréquemment lieu a des echecs; la région de la tête est la plus difficile a radiographier. Par second on ne peut pas savoir d'avance la durée de la pose: les synostoses du crâne différent beaucoup d'un sujet à l'autre. En outre l'épaisseur du tissu osseux augmente avec l'âge. Puis la grandeur et la forme des differents os sont trés variables, ainsi que celles des cavitées et sinus.“ — Dabei erkennt Schüller rückhaltlos an, daß Scheier sich vielleicht am intensivsten von allen vor ihm mit der Radiologie des Schädels befaßt hat. Die Auffindung abnormer intrakranieller Gebilde muß, wie Schüller ausführt, bei dem Umstande, daß die große Masse des Gehirns und die dasselbe ringsum einhüllende stellenweise recht dicke Knochenschale selbst einen starken Schatten werfen und durch Erregung großer Mengen von Sekundärstrahlen das Bild qualitativ beeinträchtigen, davon abhängig sein, daß die betreffenden Gebilde entweder wie die Projektile eine große Dichte haben, oder falls sie eine geringere, etwa der des Knochens entsprechende ist, etwa wie die kalkhaltigen Tumoren eine große Dicke besitzen, um überhaupt wahrgenommen zu werden. Die genaue Grenzenbestimmung derartiger Gebilde unterliegt begreiflicherweise besonderen Schwierigkeiten. Ihre Lokalisation, nicht minder mühevoll als bei anderen Visceralhöhlen, erfordert außerordentliche Exaktheit, die lokalisatorischen Fehlergrenzen müssen, wenn es sich etwa um Lokalisation zum Zwecke therapeutischer Maßnahmen handelt, bei der physiologischen Dignität des intrakraniellen Inhaltes sehr gering sein.

Handelt es sich andererseits darum, pathologische Veränderungen der Schädelkapsel festzustellen, dann ergeben sich bei der Deutung der Bilder Schwierigkeiten aus der Geringfügigkeit des Kontrastes der Schatten, welche die große Masse der Weichteile einerseits, die dünnen

Schädelknochen andererseits werfen, und noch größere Schwierigkeiten aus der Kompliziertheit des Baues des Schädelskeletts und der Variabilität seiner Formen. Es ist selbstverständlich, daß nur tadellose Röntgenogramme bei typischer Aufnahme genügend sichere Vergleichsmöglichkeiten ergeben. Im Bereich der mittleren Schädelgrube, auf die ich meine Erörterungen beschränke, finden sich nach der Einteilung von Schüller drei übereinanderliegende Schattenstufen, von denen die dorsalste und zugleich zarteste der dünnen von der Schläfeschuppe gebildeten Seitenwand der mittleren Schädelgrube entspricht, dorsal umrandet von dem bogenförmigen Schattenstreifen des Schuppennahtwalls. Am vorderen Ende markieren sich in Form heller Streifen der Beginn der Koronarnaht und die Furche des vorderen Zweiges der Arteria meningaea media, während die Furche des hinteren Astes derselben weiter rückwärts auf dem Grund des Schläfenschuppenschattens zu erkennen ist. Sehr scharf tritt die dorsale Grenzkontur der mittleren dichteren Schattenstufe hervor. Man erkennt den Umriß des Processus clinoideus anticus, die halbkreisförmige Höhlung der Sella turcica und den Kontur der Sattellehne mit dem Processus clinoideus posticus. An die hintere Umrandung der Sattellehne schließt sich jener Kontur, welcher dem medialen Ende der Felsenbeinkante entspricht. Der Bereich der mittleren Schattenstufe wird in seinem vorderen größeren Anteil vom Schatten des Keilbeines eingenommen. Man sieht die Wurzeln der Alae minores, den kreisbogenförmigen Umriß, der der rückwärtigen Wand der Keilbeinhöhle entspricht, während den hinteren Anteil der mittleren Schattenstufe der Schatten des Klivus und der der Felsenbeinspitze einnimmt. Die viel dichtere basale Schattenstufe der mittleren Schädelgrube zieht bogenförmig mit dorsaler Konkavität vom Schatten des lateralen Endes der Ala minor, an Dichte und Breite zunehmend, bis zum Schatten der Pyramidenbasis. Der dorsale Grenzkontur der basalen Schattenstufe bildet ein konkaves Halbrund, dessen vorderes Drittel der vom großen Keilbeinflügel gebildeten vorderen Wand der mittleren Schädelgrube, deren hinteres Drittel der Projektion der von der dorsalen Pyramidenfläche gebildeten hinteren Wand der mittleren Schädelgrube entspricht, während das mittlere Drittel, das mit flachen, den Juga cerebralia entsprechenden Zacken besetzt ist, der Projektion der basalen Fläche der mittleren Schädelgrube entspricht.

„Im Inneren der basalen Schattenstufe erkennt man eine Reihe von Details. Zunächst vorn den zarten Schatten des leistenförmigen Vorsprungs der Ala major, der mit seiner lateralen Fläche die Wand der Schädelgrube bilden hilft; der ventrale Rand dieser Fläche wird durch den der Christa infratemporalis entsprechenden Kontur gebildet. Derselbe begrenzt mit dem die dorsale Wand des Oberkiefers markierenden Kontur die Fissura orbitalis inferior und beteiligt sich außerdem an der Umrandung der Fossa pterygo-palatina. Letztere wird vorn von der Projektion der hinteren Wand des Oberkiefers, hinten von dem vorderen Kontur des Schattens des Processus pterygoideus eingerahmt. Die letztgenannten Gebilde werden zum Teil überdeckt vom Schatten der Jochbrücke: dorsal vom Schatten des Processus pterygoideus breitet sich das dichte Schattengebiet aus, welches dem Boden der mittleren Schädelgrube entspricht, der ventrale Grenzkontur des Gebietes wird überragt von dem Schatten des Tuberculum articulare, hinter demselben erkennt man die Umrandung der Fossa articularis und den Schatten des Kieferköpfchens. Auf die Details im hintersten Anteil der basalen Schattenstufe gehe ich hier nicht näher ein.

Was nun die Verhältnisse an der Sella turcica anlangt, so ist es schon wegen der unter normalen Verhältnissen vorkommenden anatomischen Varietäten nicht ganz leicht, sich ein Urteil zu bilden. Es kommt uns in erster Linie darauf an, die Tiefe und Geräumigkeit der Sattelgrube beurteilen zu können. Die Sattellehne variiert sehr bedeutend in ihrem Verhalten: sie kann sehr hoch sein und so stark nach vorn geneigt, daß sie beim Blick nach oben den Zugang zur Sella gänzlich verdeckt.

Unter pathologischen Verhältnissen ist die Sache nun röntgenologisch so aufzufassen, daß Hypophysentumoren im Bereiche der Sella diese vergrößern, ohne daß hier der Zugang von oben erweitert sein müßte, während Tumoren des Infundibulums den Zugang zum Türkensattel erweitern, während die Sella annähernd normal groß bleibt.

Ähnliche Verhältnisse können aber auch, wie Erdheim ausführt, durch allgemeine Hirndruckerscheinungen bedingt sein, und darum ist bei der Beurteilung solcher Fälle Vorsicht am Platze. Besteht aber ein Hypophysentumor an der Sella und wuchert aus dieser nach oben gegen die Hirnbasis, so ist die Sella vergrößert und öffnet sich weit nach oben. In allen diesen Fällen gibt die Röntgenaufnahme nach Erdheims Meinung ein charakteristisches Bild, aus dem mit einiger Sicherheit schon am Lebenden ein Schluß auf die Wachstumsrichtung der Neubildung möglich sein dürfte. Sehr wichtig aber für die Beurteilung des Röntgenbildes ist nicht nur das Verhalten der Sattellehne und Sattelhöhle an sich, sondern auch in ihrem Verhältnis zum dorsalen Grenzkontur der basalen Schattenstufe. Unter normalen Umständen steht der Boden der Sella ca. 1 cm über dem dorsalen Grenzkontur der basalen Schattenstufe, während bei starken Erweiterungen und Vertiefungen der Sella der Boden derselben im Röntgenbild vom dorsalen Grenzkontur der basalen Schattenstufe gebildet wird. In Wirklichkeit aber liegt unter Umständen der Boden noch tiefer, ist aber in dem dunklen Schatten nicht mehr zu erkennen.

Nachdem also, wie ich bereits oben erwähnt habe, Oppenheim zum ersten Male auf dem Röntgenbilde eines in frontaler Richtung durchleuchteten Schädels von Akromegalie eine Erweiterung der Sella turcica erkannt hatte, und ähnliche Befunde von Launois und Roy, Béclère, A. Fuchs, Josefson, v. Rudkoffsky, Fürnrohr erhoben worden sind, können wir nach dem Vorgang von Erdheim die verschiedenen Typen nach der Form der Sella-Destruktion am queren Durchleuchtungsbild des Schädels unterscheiden.

Es ist nun wohl an der Zeit, auf den Befund bei dem von mir untersuchten Fall etwas näher einzugehen, und ich zeige Ihnen zunächst die damals vor fünf Monaten frontal aufgenommene Röntgenplatte und im Projektionsapparat das Diapositiv derselben (Abbildung 2). Sie erkennen mit Leichtigkeit auf dem Bilde die total abgeflachte Partie, welche der Sella turcica entspricht, vorn die Processus clinoidei antici, davor das Planum sphenoidale, und Sie sehen, wie sich von da aus die dorsale Schattengrenze der Hypophysengrube nach abwärts senkt, um am hinteren Ende derselben im flachen Bogen nach oben und hinten auszulaufen. Unter dieser dorsalen Grenze befindet sich unter der Stelle ihrer höchsten Erhebung das Köpfchen des Unterkiefers, und dahinter sehen Sie das Felsenbein und die Öffnung des Meatus auditorius internus. Es fällt nun bei näherer Betrachtung auf, daß der hier bei diesem pathologischen Befund auftretende sichere dorsale Kontur der Hypophysengrube nicht, wie dies in der Norm der Fall ist, der mittleren Schattenstufe angehörend, 1 cm oberhalb dem dorsalen Kontur der basalen Schattenstufe in dieser Gegend steht, sondern daß in diesem Röntgenbilde der dorsale Kontur der Hypophysengrube örtlich zusammenfällt mit dem dorsalen Kontur der basalen Schattenstufe. Es ist also ohne weiteres zu sagen, daß hier eine ganz beträchtliche Vertiefung der Sella turcica Platz gegriffen haben muß. Diese Vertiefung wird aber maskiert, und zwar dadurch, daß anscheinend die Sattellehne ganz oder teilweise fehlt, zum mindesten aber sehr abgeflacht ist. Einer Vermutung freilich könnte man noch Raum geben, nämlich daß die Sattellehne vielleicht noch besteht, aber eines Teiles ihrer Kalksalze beraubt sein könnte. Zwischen dem nicht sehr breiten dorsalen Streifen der basalen Schattenstufe und ihrer ventralen größeren Masse drängt sich aber hier als anatomische Varietät — wohlbemerkt: nicht als pathologischer Befund — die Keilbeinhöhle ein, welche in diesem Falle ziemlich weit zurückreicht. Auf diese Weise ist, wie schon gesagt, in diesem Bilde die dorsale Schattenstufe in einen schmaleren dorsalen und einen breiteren basalen Streifen getrennt. Sie sehen mit großer Deutlichkeit die Furche der Arteria meningea media, das Dach der Augenhöhle und die Fortsetzung des Planum sphenoidale, ferner den Kontur der Orbita, Sie sehen des weiteren die Juga cerebralia der mittleren Schädelgrube. Auf irgendwelche weitere Details in der hinteren Schädelgrube lasse ich mich selbstverständlich hier nicht ein.

Es frägt sich nun, meine Herren: als was konnte oder mußte dieser Röntgenbefund damals bei der Aufnahme vor fünf Monaten imponieren? Es bleiben meiner Ansicht nach in

erster Linie zwei Prozesse, die hier in Frage kommen: einmal ein dort an dieser Stelle gelegener Tumor, ferner aber ein Hydrocephalus.

Nun, meine Herren, im allgemeinen darf man wohl sagen, daß sich ein Hydrocephalus allein doch wohl zunächst auch an der Schädelkonvexität äußern dürfte. Und da bin ich in der Lage mitzuteilen, daß sich weder klinisch noch röntgenologisch dafür genügende Merkmale geboten haben. Würde ein chronischer Hydrocephalus bestanden haben, so wäre es doch immerhin merkwürdig, daß gerade nur die Knochen der Sella turcica von diesem Befunde betroffen waren.

Was nun den Hirntumor in der Gegend der Hypophyse anlangt, so ist es nunmehr nötig, auf den Befund post mortem einzugehen. Und da unterbreite ich Ihnen zunächst einmal einen Röntgenbefund, welchen Herr Geheimrat Schmorl an dem post mortem herausgemeißelten Knochenpräparat der Hypophysengegend freundlichst aufgenommen hat. Bei dem Präparat ist damals die Hypophyse noch drinnen gewesen. Es ergibt sich aus diesem Befund, daß dieselbe keinen irgendwie wahrnehmbaren beträchtlichen Schatten im Röntgenbilde erzeugt hat. Dagegen erkennen Sie, obwohl das Bild nicht genau frontal eingestellt ist, daß die Sella turcica selbst ziemlich tief ausgebuchtet ist (Figur 4). Das sehen Sie aber in viel stärkerer Deutlichkeit an einer Aufnahme, die wir von dem wirklich genau frontal eingestellten Knochenpräparat der Hypophyse haben machen können, freilich unter ganz besonderen Kautelen und einer sehr komplizierten Technik (Figur 6). Die betreffende Aufnahme, deren Diapositiv ich Ihnen zeige, ist mit einer sogenannten Zangenkühlröhre aufgenommen worden, die auf 2 Wehnelt herabgeweicht war, bei einer Fokusdistanz von 1,20 m und einer Expositionsdauer von 100 Sekunden. Sie sehen, mit welcher außerordentlichen Feinheit die Knochenteile hier zur Geltung kommen, und Sie erkennen auch, wie ganz anders sich in dem aus dem knöchernen Schädel losgelösten Leichenpräparat die Sella turcica präsentiert.

Was nun aber dieses Leichenknochenpräparat anlangt, das ich hier vor mir habe und das Herr Schmorl so freundlich war, mir zu dieser Demonstration zu überlassen, so ist an demselben zweierlei hervorzuheben: einmal die außerordentlich starke Vergrößerung der Hypophysengrube, welche nur zum Teil, und zwar in der hinteren Hälfte, von der Hypophysis selbst ausgefüllt war, während die vordere pathologisch hinzugekommene Hälfte durch den an der Hirnbasis gelegenen, ofienbar dem Hypophysengang angehörigen Tumor ausgehöhlt worden ist. Die Sache liegt so, daß der Tumor vor der Hypophyse, und soviel ich weiß auch vor dem Chiasma nervi optici lag, und zwar so, daß die ganze Vorderwand der Hypophysengrube einschließlich des Tuberculum sellae weggefressen, oder besser gesagt weggedrückt erscheint, in dem Sinne, daß die so nach vorn erweiterte Hypophysengrube auf Kosten des Keilbeinkörpers erweitert ist, und der Limbus spenoidalis als scharfer, aber auch durch den Tumor etwas nach oben gedrückter Rand hervorspringt.

Eine Überraschung aber hat mir das Knochenpräparat noch geboten. Ich habe dasselbe gesehen als die Hypophyse noch drinnen war, welche jetzt zu mikroskopischen Zwecken entfernt worden ist. Immerhin war die Wand der Grube von der Dura noch überspannt, und es fiel mir besonders eine quere Knochenleiste auf, die die vordere Grenze des Bereiches der Hypophyse vorstellte. Diese quere Knochenleiste, die am Boden der Sella gelegen, offenbar die Stelle des früheren Tuberculum repräsentiert, dessen Niveau man sich freilich um 1 cm höher gelegen denken muß, wird nun gekreuzt durch eine sagitale Knochenleiste, welche nichts anderes darstellt als das Septum der Keilbeinhöhle. Es war mir nun sehr überraschend, daß ich beim Abtasten des Bodens der Sellae mit der Pinzette plötzlich die Dura durchstach und mich mit der Pinzette in der linken Keilbeinhöhle befand. Es liegt also hier der Fall vor, daß offenbar ebenfalls unter dem Druck des Tumors + Hypophyse an dieser Stelle der ganze Körper des Keilbeins und das ganze Dach der Keilbeinhöhle völlig atrophisch geworden war, so daß man, wie die Sonde, die ich hier hineingelegt habe, beweist, von der Nase aus direkt bis an die Dura hätte gelangen können.



Sie begreifen, m. H., daß dieser post mortem erhobene Befund in erster Linie den Chirurgen interessieren muß, denn in diesem Falle wären die technischen Chancen für die Schloffersche Operation von der Nase aus so günstig gewesen, wie man sie wohl nicht häufig vorfinden dürfte. Vor allem aber wäre der Fall für die Operation nach O. Hirsch sehr geeignet gewesen und ich bedauere sehr, daß dieselbe von uns nicht wenigstens versucht worden ist.

Auch röntgenologisch ist der Befund interessant, weil er uns erklärt, warum hier die basale Schattenstufe im Röntgenbilde in zwei Teile zerfällt, zwischen welche sich die Keilbeinhöhle nach rückwärts drängt.

Ich habe nun darüber nachgedacht, wie man diese Dinge noch besser analysieren könnte, und da habe ich von einem gesprengten Schädel, den ich besitze, das eine Knochenpräparat hergenommen, welches das mit dem Hinterhauptbein natürlich verbundene Keilbein darstellt. Dieses Präparat habe ich nun in genau frontaler Richtung auf die Kassette gelegt und röntgenographiert. Ich bemerke, daß ich auch hier eine besondere Technik verwendet habe, indem ich die betreffende Röntgenröhre sehr stark herabgeweicht habe und dann bei Fokusdistanz von 60 cm, unter Anwendung von Tubusblende, bei sehr schwacher Belastung 60 Sekunden exponiert habe, natürlich unter Anwendung der Heyden-Folie. Sie sehen, daß die Aufnahme gut gelungen ist (Figur 5). Ich bemerke hier besonders, daß bei dem normalen Knochenpräparat die Sattellehne und besonders der Proc. clinoidei antici und postici so gut entwickelt sind, daß sie durch Knochenspangen rechts und links miteinander verbunden sind. Es mußte also, da hier die Sella in der Seitenansicht keinen offenenen Sattel, sondern einen freilich nicht überall überdachten Kanal darstellt, zu erwarten sein, daß die Sattellehne und die Proc. clinoidei ganz besonders deutlich zu sehen wären.

Und nun erkennen Sie, m. H., an dem Diapositiv und noch viel mehr an der Platte, die ich Ihnen noch zeigen will, wie zart und duftig sich diese Knochenpartien im Röntgenbild ausdrücken. Sie erkennen aber noch ferner, und das ist für das röntgenographische Verständnis dieser Gegend besonders interessant, daß hier, wo wir die beiden Schädelbasisknochen, Hinterhauptbein und Keilbein, durch die Sprengung des Schädels von den beiden Felsenbeinen getrennt haben, die basale Schattenstufe im wesentlichen durch die Basis des Keilbeinkörpers und die Wurzeln der Processus pterygoidei gebildet wird, oberhalb deren sich aber auch in diesem Präparat die Keilbeinhöhle ziemlich weit nach hinten schiebt und die basale Schattenstufe in zwei Teile teilt, in einen oberen dünneren und einen unteren stärkeren.

Es ist nun wirklich lehrreich, die Röntgenphotographie dieses normalen Präparates mit den Aufnahmen am normalen Schädel (Figur 1) und mit dem Röntgenogramm am Schädel des Patienten und mit der Röntgenabbildung des Leichen-Knochenpräparates mit der pathologisch erweiterten Hypophysengrube zu vergleichen. Und da sehen wir eben, wie unter normalen Verhältnissen sowohl am intakten lebenden Schädel wie am gesprengten Schädelbasis-Knochenpräparat (Hinterhauptbein, Keilbein) die duftige Kontur der Sella turcica wie eine Burg thront oberhalb der basalen Schattenstufe, ein Niveauunterschied, der in dem Röntgenogramm am lebenden Schädel unseres Patienten für das Auge völlig ausgeglichen ist, während der pathologische Prozeß in Wahrheit, wie wir aus dem Röntgenogramm des herausgemeißelten Knochenpräparates erkennen können, zu einer tieferen Erweiterung und Senkung der Grube bis unmittelbar an oder sogar in die Keilbeinhöhle geführt hat, welche, wie die einfache Besichtigung und Sondierung des Leichenknochenpräparats erweist, ihres Knochendaches beraubt, nur noch durch die Dura von den in der erweiterten Sella turcica befindlichen Gebilden, i. e. dem untersten Zapfen des Tumors und der Hypophyse selbst getrennt ist.

Es ist mir nun wohl gestattet, auch ein Wort über das Röntgenogramm des Gehirns selbst zu sagen, das Herr Geheimrat Schmorl aufgenommen hat und aus dem Sie aus der Platte erkennen können (Figur 3), wie der zystische Tumor nach vorn und unten einen Zapfen ausgeschickt hat, der jedenfalls bis zu einem gewissen Grade Kalksalze enthielt, welche sich auf dieser Platte zwar nicht deutlich, aber immerhin erkennbar manifestieren. Wir sehen, daß die

Wachstumsrichtung dieses Tumorzapfens durchaus korrespondiert mit der von ihm ausgebohrten Knochenhöhlung.

Man sieht aber auf dem Röntgenbilde des Gehirns ferner, wie der zystische Tumor von unten her den dritten Ventrikel an den Balken heran nach oben gedrückt hat und auf solche Weise den durch die Punktion des Gehirns einwandfrei festgestellten Hydrocephalus im rechten Vorderhorn ganz offenbar hervorgerufen oder wenigstens begünstigt hat.

M. H., ich habe mich mit der detaillierten Darstellung dieser Befunde so lange aufhalten müssen, da in diesem Falle — ich wiederhole unter Betonung in diesem Falle die auf das Röntgenverfahren aufgebauten therapeutischen Forderungen recht behalten haben gegenüber den aus den klinischen Befunden gezogenen Schlüssen hervorragender Neurologen. Neurologische Bedenken sind es in erster Linie gewesen, nicht etwa solche rein chirurgisch-technischer Natur, die die rechtzeitige Vornahme einer eingreifenden Operation verhindert haben. Es wäre aber natürlich sehr ungerecht, wollte man aus diesem einen Falle den Schluß ziehen, daß auch in einer ganzen Serie ähnlicher noch künftig zu beobachtender Fälle das Röntgenverfahren sich als das wertvollste oder das allein wertvolle Diagnostikum erweisen müßte. Einen solchen Schluß ziehen, hieße den eigenen Blick verschleiern gegenüber den Schwierigkeiten, die sich hier emportürmen. Die Voraussetzung für die erfolgreiche diagnostische Verwertung des Röntgenverfahrens für diese Fälle sind:

1. Technisch tadellose Aufnahmen, und zwar nicht nur in frontaler Richtung, sondern wie ich das ja hier auch selbstverständlich ausgeführt habe, in sagittaler, und zwar natürlich von hinten nach vorn und von vorn nach hinten, wobei auf das Verhalten der Schädelknochen der Konvexität, die Juga cerebralia und halisteretische Aussparung von Knochensubstanz, bei Tumor wie bei Hydrocephalus, zu achten ist.

2. aber ist bei den röntgenographisch erkennbaren Knochenveränderungen durch Tumoren in der Hypophysengegend stets daran zu denken, daß die wahre Größe stärkerer Ausbuchtungen nach unten am lebenden Schädel der röntgenologischen Erkenntnis sich dadurch entzieht, daß sie unter das Bereich der basalen Schattenstufe hinuntertauchen, während

3. geringere Veränderungen oberhalb der basalen Schattenstufen im Sinne der Ausbuchtung der Sella oder ihres Einganges allerdings sehr wohl der diagnostischen Verwertung zugänglich sind.

(Aus der Kgl. Universitätsklinik und Poliklinik für Hals- und Nasenkranke, Berlin. Dir.: Geheimer Med.-Rat Prof. Dr. G. Killian.)

Wismut im Bronchialbaum bei Ösophaguskarzinom ohne Perforation nach den Luftwegen.

Von

Dr. M. Weingaertner.

(Hierzu Tafel XXI, Fig. a und b.)

Soweit ich die Röntgenliteratur überblicke, stammen die bis jetzt mitgeteilten Beobachtungen von Wismut im Bronchialbaum des Lebenden durchwegs von Ösophaguskarzinomen, die nach der Trachea oder dem Bronchus durchgebrochen waren. Ich erinnere nur an die Berichte von Haudek, Horner, Levy-Dorn, Schwarz, Thelemann, Zimmern. Ich selbst habe auch einige derartige Fälle gesehen, bei denen wir dann mit der Broncho-Ösophagoskopie oder auf dem Sektionstisch die Perforationsstelle nachweisen konnten.

In der letzten Zeit haben wir an unserer Klinik drei Patienten beobachtet, bei denen sich Wismut im Bronchialbaum vorfand, eine Perforationsstelle aber nicht festzustellen war. Über zwei davon habe ich schon anderweitig[1]) berichtet und will hier nur kurz wiederholen.

[1]) Berliner laryngolog. Gesellschaft 13. VI. 13 und Hufelandsche Gesellschaft Nov. 13.



Der erste Patient hatte ein klinisch und mikroskopisch sichergestelltes Karzinom im oberen Ösophagusdrittel mit sehr starker Stenose. Sowie der Patient eine gewisse Menge Kontrastspeise geschluckt hatte, trat während eines heftigen Hustenanfalles, auf dem Schirm sowie auf der Platte deutlich erkennbar, ein kleiner Teil des Breies in den rechten Bronchus, um nach sehr kurzer Zeit wieder ausgehustet zu werden. Dann hörte auch der Hustenanfall prompt auf. Eine Kommunikation zwischen Ösophagus und Tracheo-Bronchialbaum mußten wir auf Grund wiederholter direkter Untersuchungen ablehnen; und so blieb nur die Annahme, daß der Mann sich „verschluckt“ habe, daß also das Wismut resp. Bariumsulfat gewissermaßen durch Überlaufen des voll angefüllten Ösophagus in den Larynx und von da aus tiefer gelangt sei. Die Kehlkopfuntersuchung hatte eine linksseitige Rekurrenslähmung ergeben.

In dem zweiten Falle handelte es sich um ein Ösophaguskarzinom in Bifurkationshöhe bei einem 62 jährigen Manne.

Auch hier gelangte nach Anfüllung des oberhalb der Stenose dilatierten Ösophagus das Bariumsulfat unter heftigen Hustenerscheinungen in die Bronchien. Man sieht auf den Bildern sehr schön den Verlauf des rechten Stammbronchus und einzelner Unterlappenverzweigungen; ähnlich links, nur hier etwas schwächer und wegen des störenden Herzschattens weniger deutlich. Für eine Ösophagustracheal- resp. Bronchialfistel konnte weder die Ösophagoskopie, noch die aufs genaueste vorgenommene Tracheo-Bronchoskopie einen Anhaltspunkt liefern. Laryngoskopisch fand sich eine beiderseitige Rekurrenslähmung. Gerade an Hand dieses letzten Falles ist die Art, wie die Kontrastspeise in den Tracheo-Bronchialbaum hineingelangt, leicht zu erklären. Bei dem Patienten waren beide Rekurrentes gelähmt, d. h. beide Stimmbänder in dauernder Abduktionsstellung. Es kam infolgedessen, wenn Speiseteile die Kehlkopfschleimhaut berührten, nicht zu dem normalerweise eintretenden reflektorischen Larynxverschluß, sondern das Bariumsulfat konnte ungehindert in die Tiefe gelangen. Selbst die einsetzenden Hustenstöße waren zu schwach, um die Kontrastspeise sofort wieder herauszubefördern, da infolge der beiderseitigen Stimmbandlähmung der zu einem kräftigen Hustenstoß nötige Glottisschluß nicht mehr möglich war.

Wenn diese Erklärung auch vieles für sich hat, so schließt sie doch nicht die Möglichkeit aus, daß wir trotz sorgfältigster Broncho- und Ösophagoskopie eine bestehende Fistel übersehen haben. Absolute Sicherheit bringt in solchen Fällen die Autopsie. Sie war bei diesem Patienten, der sich der weiteren Beobachtung entzog, nicht möglich, wohl aber in unserem dritten jüngst beobachteten Falle.

Der 60 jährige Patient war die letzten zwei Monate seines Lebens in dauernder Beobachtung auf unserer Klinik. Er kam wegen starker Heiserkeit zu uns und gab dann auf weiteres Befragen an, daß er seit nahezu einem Jahre kränklich sei, an zunehmenden Schluckbeschwerden leide, sich seit einem Vierteljahre nur von dünnbreiigen Speisen nähren könne und sich häufig verschlucke. Die Laryngoskopie ergab eine vollständige Lähmung des rechten Stimmbandes (Rekurrenslähmung) und eine Lähmung der Abduktion des linken Stimmbandes (Postikuslähmung). Bei der Röntgenuntersuchung des Ösophagus fand sich eine beträchtliche Stenose gleich etwa unterhalb der Kehlkopfgegend. Sowie der Patient nur einige Bissen des Bariumsulfatbreies geschluckt hatte, trat, wie bei unserem vorigen Patienten, unter heftigem Husten, Würgen und Atemnot eine deutliche Anfüllung des Bronchialbaums mit Bariumsulfat ein. Wir haben verschiedene Aufnahmen von dem Patienten erhalten, auf die ich hier kurz hinweisen möchte.

Im ersten Bilde ist der rechte Stamm- und Unterlappenbronchus mit Bariumsulfat beschlagen resp. angefüllt. Zwei kleine dichte rundliche Schatten neben dem linken Herzrand sind wahrscheinlich (vgl. nächstes Bild) Bariumsulfatpartikelchen im linken Bronchus.

Das zweite Bild, das vier Wochen später aufgenommen wurde, zeigt nahezu einen Ausguß des rechten Stamm- und Unterlappenbronchus und verschiedener Unterlappenäste, vor allem aber sehr schön den rechten Oberlappenbronchus. Auch der linke Stammbronchus kommt

trotz des dichten Herzschattens noch gut zur Darstellung. Die Aufnahme ist während eines heftigen Hustenanfalles gemacht, der kurz nach der Einnahme von etwa einem Eßlöffel voll Bariumsulfatbrei auftrat.

Die Schatten im rechten Unterlappen sind (wie die Autopsie bestätig hat) durch Metastasen bedingt.

Mit besonderer Sorgfalt wurde bei diesem Patienten die Broncho-Ösophagoskopie vorgenommen. Im Ösophagus fand sich eine beträchtliche, für das Rohr nicht durchgängige Stenose kurz hinter dem Ringknorpel, und zwar bedingt durch eine sehr starke von rechts herkommende harte Vorbuchtung der Ösophaguswand ohne makroskopisch sichtbare Epithelveränderungen (Ösophaguskarzinom oder Kompression durch einen Tumor des oberen Mediastinums). Die Trachea war ebenfalls von rechts hinten her komprimiert. Irgendeine Stelle, die Verdacht auf Perforation des Tumors nach der Trachea zu hätte erwecken können, wurde nicht entdeckt. Eine Probeexzision wurde nicht gemacht.

Der Patient ging unter zunehmender Kachexie und Lungenerscheinungen (Bronchopneumonie, Pleuritis) zugrunde. Bei der Autopsie fand sich ein 10 cm langes, zwischen Ringknorpel und Bifurkationshöhe gelegenes, geschwürig zerfallenes und verjauchtes Ösophaguskarzinom mit Metastasen in den umliegenden Lymphdrüsen. In letzteren waren die Nervi laryngei inferiores eingebettet, wodurch die Rekurrenslähmung ihre Erklärung fand. Eine Fistelbildung zwischen Tracheo-Bronchialbaum und Ösophagus konnte nicht gefunden werden.

Man muß demnach in diesem Falle dieselbe Erklärung für das Zustandekommen des Bronchialausgusses annehmen, wie bei dem vorigen Patienten; auch hier war die Lähmung der Kehlkopfmuskeln schuld an dem Eindringen der Speise in die Luftwege.

Wir haben also in drei Fällen von Ösophaguskarzinomen, Bariumsulfat resp. Wismut in den Bronchien beobachtet und in allen drei Fällen war durch genaueste klinische Untersuchung, in einem Fall auch durch die Autopsie eine Verbindung zwischen Ösophagus und Tracheolbronchialsystem nicht nachzuweisen. Wohl aber zeichnen sich alle drei Fälle dadurch aus, daß z. T. sehr schwere Lähmungen der Kehlkopfmuskulatur bestanden. Infolgedessen kam der beim Berühren der Kehlkopfschleimhaut normalerweise eintretende reflektorische Larynxverschluß gar nicht oder nur ungenügend zustande, so daß die Speisen leicht durch den Kehlkopf in die Bronchien gelangen konnten. Sie wurden daran auch durch die Hustenstöße nicht gehindert, da diese ebenfalls infolge der Lähmung nicht mit genügender Kraft hervorgebracht werden konnten.

Die Frage, ob das Hineingelangen der Speise in den Larynx nicht etwa auch durch Sensibilitätsstörung der Kehlkompfschleimhaut (Nervus laryngeus superior) begünstigt worden sei, muß für unsere Fälle dahin beantwortet werden, daß wesentliche Störungen dieser Art in keinem der drei Fälle beobachtet worden sind. Wenn man — auch bei unseren Patienten — hier und da den Eindruck einer leichten Herabsetzung der Sensibilität haben konnte, so scheint mir dies in unseren Fällen, die sich alle schon seit längerer Zeit „verschluckten" weniger auf eine Veränderung des Nervus laryngeus superior hinzuweisen, als vielmehr auf eine mit der Zeit entstandene Gewöhnung der Larynxschleimhaut an das Eindringen fremder Substanzen.

Auf jeden Fall dürften die mitgeteilten Beobachtungen beweisen, daß das Hineindringen von Kontrastspeisen in den Bronchialbaum bei Ösophaguskarzinomen durchaus nicht charakteristisch ist nur für eine Ösophagus-Tracheal- bzw. Bronchialfistel. Besonders in Fällen, in denen neben resp. infolge des Ösophaguskarzinoms eine Kehlkopfmuskellähmung vorhanden ist, besteht die Möglichkeit des Einfließens von Wismut in den Tracheo-Bronchialbaum durch den Larynx hindurch.

Literatur.

Haudek: Diskussionsbemerkung zu dem Vortrag von Schwarz. Verhdlgn. d. Deutsch. Röntgengesellschaft 1911.



Horner: Die Symptome der Perforation des Ösophaguskarzinoms in die Luftwege. Wiener med. Wochenschrift 1907. S. 1512.

Levy-Dorn: Verhdlgn. d. Deutsch. Röntgengesellschaft 1912.

Schwarz: Wismut im Bronchialbaum. Verhdlgn. d. Deutsch. Röntgengesellschaft 1911.

Telemann: Ein Fall von partieller Wismutfüllung der Bronchien intra vitam. Verhdlgn. d. Deutsch Röntgengesellschaft 1913.

Zimmern: Examen radioscopique d'une sténose oesoph. Société d. Radiologie médicale 13. XII. 1910, ref. Semons Zentralblatt für Laryngologie und Rhinologie 1911, pag. 227.

Mitteilung aus der I. chirurgischen Klinik der kgl. ung. Universität zu Budapest.
(Direktor: Hofrat Prof. Dr. Julius Dollinger, ord. öff. Universitätsprofessor.)

Neue Type eines Feldröntgenautomobils.

Von

Privatdozent Dr. **Emerich von Gergő,** Assistent der Klinik.

Aus den seinerzeitigen Berichten der während des Balkankrieges nach Sofia entsendeten ersten Mission des ungarischen Roten Kreuzvereines war zu ersehen, daß die Feldsanitätsanstalten eine ersprießliche Arbeit nur dann aufweisen können, wenn sie über einen Röntgenapparat verfügen; dessen Fehlen läßt das ärztliche Wirken daselbst — nach heutigen Begriffen — als mangelhafte Stückarbeit erscheinen.

Gleich nach dem Einlangen vorerwähnter Berichte wurde durch den damaligen Oberbevollmächtigten und Oberkurator des Vereines, weil. Baron Dr. Otto Babarczi-Schwarzer im Vereine mit Herrn Hofrat Prof. Dr. Julius Dollinger die Vervollkommnung unserer diesbezüglichen Ausrüstung angeregt und mit Rücksicht auf die politischen Verhältnisse jener Zeit, die diesen Arbeiten besondere Beachtung und Dringlichkeit verliehen, auch sofort in Angriff genommen. Dem Herrn Primarius Dr. Ludwig von Szöllössy und mir kam die uns ehrende Aufforderung zu, bei der Schaffung eines Feldröntgenlaboratoriums mitzuwirken.

Weil. Baron Dr. Otto Babarczi-Schwarzer stimmte meinem Antrage, das Röntgenlaboratorium auf ein Automobil zu montieren und den Benzinmotor des letzteren zugleich als Elektrizitätszentrale zu benützen, rückhaltlos zu.

Als besonders zu beachtender Vorteil — ein Gelingen dieser Konstruktion vorausgesetzt — erschien uns dabei, die große Beweglichkeit des Autos dahin ausnützen zu können, den Bedürfnissen auch mehrerer räumlich getrennter Feldsanitätsanstalten zu entsprechen; ein Umstand, der bei der voraussichtlich geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Röntgenapparate von schwerwiegender Bedeutung schien.

Dem rastlosen Bemühen weil. Baron Babarczi-Schwarzers und der patriotischen Spende des Großindustriellen, Herrn Manfred von Weiß war es zu danken, daß die notwendigen materiellen Mittel raschestens zur Verfügung standen und wir zur Ausführung meines Planes schreiten konnten, über dessen Einzelheiten ich im folgenden berichte:

Auf einem kräftigen, gut federnden Opel-Chassis der Normaltype 14—30 PH., das bei einer Maximalbelastung von 2000 kg stündlich eine Entfernung von 24—30 km zurücklegen kann, ruht eine speziell konstruierte, geräumige Karosserie (siehe Abbildung 1), welche 3 m lang, 1,45 m breit und 1,70 m hoch ist und durch eine Zwischenwand in zwei Räume geteilt wird (siehe Abbildung 2).

Der vordere, ca. 1,2 m lange Raum dient als photographische Dunkelkammer und besitzt an der linken Seitenwand eine eigene Türe. Der rückwärtige Raum enthält den eigentlichen Röntgenapparat nebst allen Hilfsinstrumenten und Reserveteilen. Die Stromerzeugungsanlage (Dynamomaschine) ist zwecks bequemer Kuppelung und Bedienung mit dem Benzinmotor direkt unter dem Chauffeursitz eingebaut. Die Einschaltung erfolgt durch einen Hebel mit Feststellvorrichtung.

Die Einrichtung der beiden Räume der Karosserie ist — in knappen Worten — folgende:

1. Die Dunkelkammer (siehe Abbildung 3) ist so ausgestattet, daß sämtliche Manipulationen darin bequem vorgenommen werden können. Sie enthält an ihrer Vorderwand einen Laboriertisch, der zur rechten Seite in einer Vertiefung ein genügend großes Wasserbecken



Fig. 1.
Seitenansicht des Röntgenautomobils.

zum Spülen trägt. Das 60 l fassende Wasserbassin selbst befindet sich auf dem Dache der Karosserie. Das Wasserbecken kann durch ein Brett überdeckt werden, so daß dann die ganze Tischfläche — ca. 55 cm breit und 1,40 m lang — zur gleichzeitigen Handhabung der Entwicklungs-, Wässerungs- und Fixierschalen zur Verfügung steht. Dem Tische gegenüber, an der Rückwand der Dunkelkammer ist ein bequemer, aufklappbarer Sitz aufmontiert. Ein Regal über dem Tische — für Chemikalien, Gläser, Mensuren usw. — sowie ein Schränkchen unter dem Photographensitz — ebenfalls für Chemikalien; Reservedepot — ergänzen die Einrichtung dieses Raumes. In der rechten Ecke befinden sich Holzkästchen zur Aufnahme der photographischen Platten, die zum Schutz gegen die Röntgenstrahlen mit Blei ausgeschlagen sind. Über diesen Holzkästchen sind 2 Röntgenröhren in einem entsprechend konstruierten Holzrahmen so eingespannt, daß sie nach allen Seiten hin federnd aufgehängt sind, was beim

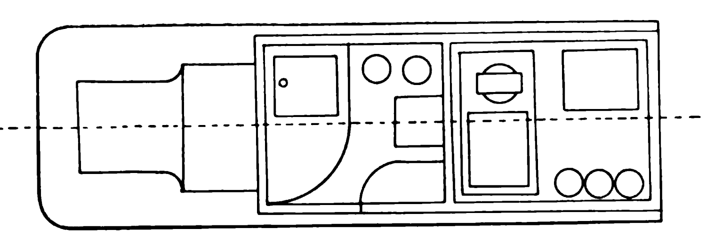


Fig. 2.
Grundriß der Karosserie des Röntgenautomobils.

Transport dieser äußerst zerbrechlichen Glasballons auf unebenem Terrain besonders wichtig ist; ein eigener Überzug aus Segeltuch schützt die Röhren vor Staub, den Arzt und die anderen Röhren vor den Folgen eventueller Implosionen. Auf Grund der günstigsten Erfahrungen bei zahlreichen Probefahrten, wobei nicht eine einzige Röhre zugrunde ging, scheint mir die Lösung dieser äußerst wichtigen Frage des Transportes der Röhren gelungen.

In der Türe zur Dunkelkammer wie auch in der gegenüberliegenden Seitenwand befindet sich je ein Fenster, die in bequemster Weise verdunkelt oder auch für photographische Zwecke mit einer roten Glasscheibe verdeckt werden können. Auch in der vorderen Wand — in der Fahrtrichtung — befindet sich ein kleines Glasfenster.

Eine entsprechende Ventilationsvorrichtung, die den Eintritt der Luft in die Dunkelkammer ermöglicht, jedoch kein Licht hineinläßt, sorgt für das ständige Einströmen frischer Luft; ein großer Vorteil bei länger dauernder Laboratoriumarbeit.

Ein kleines Schreibpult mit dem nötigen Zubehör ermöglicht es, die notwendigen dienstlichen und wissenschaftlichen Aufzeichnungen im Wageninnern zu besorgen.

Fig. 3.
Innenansicht der Dunkelkammer.

2. Der eigentliche Röntgenraum (siehe Abbildung 4) befindet sich im rückwärtigen Teile der Karosserie und enthält vor allem einen Ideal-Röntgenapparat Modell 2 der Firma Reiniger, Gebbert & Schall, bestehend aus Motor, Transformator und Kommutator. Der Apparat wird durch Scharniere an seinem Standpunkt im vorderen Teile dieses Raumes fixiert. Der dazu gehörige transportable Reguliertisch, ein Röhrenstativ, ein Patientenlagerungstisch mit einer eigens für diesen Zweck konstruierten Untertischröhren-Einrichtung, sowie Durchleuchtungs- und Verstärkungsschirme und alles andere Zubehör sind in zweckentsprechender Weise in diesem Wagenteile eingebaut. Auch hier sind einige Röntgenröhren — ähnlich wie in der Dunkelkammer — federnd aufgehängt und durch einen Tuchsack geschützt.

Die Verteilung der einzelnen Gegenstände in diesem rückwärtigen Raume ist derart, daß dieselben beim Öffnen der Flügeltüren der Reihenfolge nach, wie sie bei Benützung des Apparates benötigt werden, zur Hand sind.

Bei Benützung des Röntgenautomobils im freien Felde bleibt der Röntgenapparat selbst

im Wagen und genügen 3 bis 5 Minuten für alle Vorbereitungen, um sofort eine Röntgenaufnahme oder -durchleuchtung machen zu können. Um letzteres zu ermöglichen, wird ein auf dem Dache der Karosserie untergebrachtes, zusammenlegbares Zelt mitgeführt, welches so konstruiert ist, daß es aufgestellt, zusammen mit dem Röntgenraum der Karosserie einen bequemen, vollkommen dunklen Raum für Durchleuchtungen schafft.

Da wir auf zahlreiche Aufnahmen bei Tageslicht rechnen, verwenden wir Röntgenplatten, die einzeln in schwarzes Papier eingewickelt sind.

Stehen zur Benützung des Röntgenapparates entsprechende Räume zur Verfügung, so kann ersterer innerhalb weniger Minuten dort aufgestellt werden; in diesem Falle wird der Strom

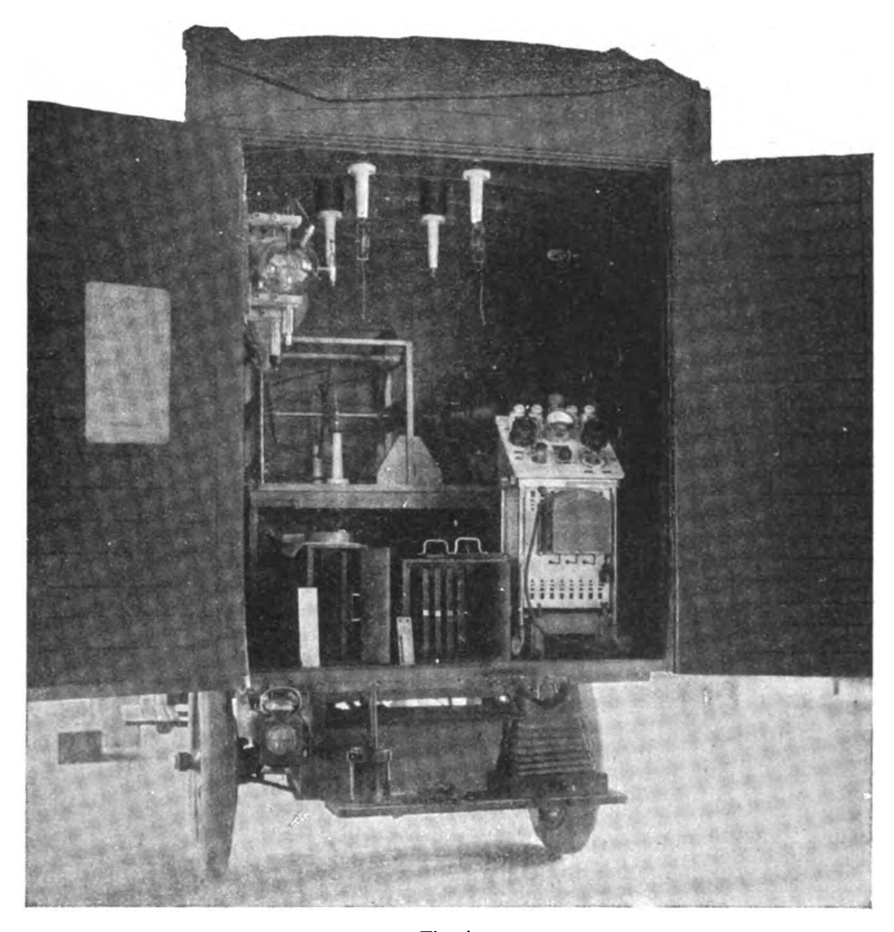


Fig. 4.
Innenansicht des Röntgenraumes.

von der Dynamomaschine des Automobils durch ein (am Automobil untergebrachtes) ca. 50 m langes Kabel zugeleitet.

Steht eine elektrische Zentrale mit 110 Volt Gleichstrom zur Verfügung, so kann — ganz unabhängig von Motor und Dynamo des Röntgenautomobils — der Idealapparat von dieser Zentrale aus gespeist werden.

Der Umstand, daß die ganze Inneneinrichtung aus der Karosserie leicht herausgenommen werden kann, ermöglicht es auch noch, in Friedenszeiten die Einrichtung als stabiles Röntgenlaboratorium einer Krankenanstalt zur Verfügung zu stellen; während dieser Zeit kann das leere Auto für andere Zwecke (z. B. Krankentransport) ausgenützt werden.

In dem rückwärtigen Wagenteil befinden sich an beiden Seiten Fenster. In diesem Raume kann im Notfalle noch ein Schwerverwundeter Platz finden.



An beiden Längswänden der Karosserie sind Trittbretter angebracht, um am Dache des Automobils die etwa nötigen Arbeiten bequem verrichten zu können.

* * *

Als wichtigere Neuheiten der vorerwähnten Konstruktion können demnach gelten:

a) Die eigenartige Verbindung des Automobilmotors mit der Dynamomaschine ermöglicht, daß ersterer sowohl zum Automobilbetrieb wie auch zum Betriebe des Röntgenapparates ausgenützt werden kann.

b) Die in die Karosserie eingebaute Dunkelkammer — mit dem zu den Laboratoriumarbeiten notwendigen großen Wasserbehälter — machen die photographische Arbeit von Zeit und Wetter unabhängig.

c) Durch Benützung eines Idealröntgenapparates erscheinen alle Unannehmlichkeiten, die bei Verwendung von Stromunterbrechern entstehen, ausgeschlossen.

d) Im Gegensatze zu den früheren Feldröntgeneinrichtungen, wo der Apparat vorerst ausgepackt und zusammengestellt werden mußte, steht uns hier jederzeit ein Röntgenapparat — von einer Vollkommenheit wie in den modernsten Röntgenkabinetten — zum Gebrauche fertig sofort zur Verfügung, und kann derselbe direkt im Wageninnern benützt werden.

e) Der Ausnützung eines entsprechenden, geschlossenen Raumes (Haus, Scheune, Schuppen usw.) steht kein Hindernis entgegen, da der Apparat auch dort in wenigen Minuten zum Gebrauche bereitgestellt werden kann; der Strom wird dann durch das entsprechend lange Verbindungskabel von der Dynamomaschine aus zugeführt.

f) Steht uns eine geeignete Stromquelle zur Verfügung, dann kann der Röntgenapparat von dieser gespeist werden. Der Motor des Autos und die Dynamomaschine ruhen in diesem Falle; nur die Dunkelkammer wird benützt.

g) Wir können leicht einen bequemen, geschlossenen, ganz verdunkelbaren, somit auch zur Radioskopie geeigneten Arbeitsraum (von den Dimensionen $2{,}10 \times 3 \times 2{,}50$ m) herstellen, der mit der Röntgenabteilung des Wagens in Verbindung steht. Der Röntgenapparat bleibt dann an seiner Stelle.

h) Zur Ausführung des im Punkte g) erwähnten, absolut dunklen Arbeitsraumes dient ein aus einem zerlegbarem Holzgestell und aus Segelleinen bestehendes Zelt, dessen Konstruktion neu ist. Das Zelt und dessen Eingang sind derart konstruiert, daß — wenn notwendig — in das Innere des Zeltes keine Lichtstrahlen dringen.

i) Von den Neuerungen, die die Konstruktion der verschiedenen Hilfsapparate betreffen, verdienen Erwähnung: der zerlegbare Untersuchungstisch, die Untertischröhren, die Befestigung des Lambertzschen Statives auf einen Dreifuß usw.; auch die Unterbringung und inbesondere die Aufmontierung der Hilfsapparate, das Aufstellen und die Befestigung der Hauptteile des Apparates fand eine entsprechende spezielle Lösung.

k) Beachtenswert erscheint auch die Art der Befestigung der Röntgenröhren und die Vorrichtung zu deren Schutz vor Erschütterungen durch federnde Röhrenbehälter; die Röhren verbleiben dabei in ihrem Zentrierapparate. Neu ist auch die Verwahrung der Röhren gegen Implosion durch Leinwandsäcke; hierdurch schützen wir einerseits die Röhren in nächster Umgebung, andererseits wird dem Herumsprühen der Glasplitter implodierter Lampen wirksam vorgebeugt. (Ein Umstand, mit dem wir — trotzdem er bis jetzt nicht beobachtet wurde — doch immerhin rechnen müssen.)

Einer sehr auffälligen prinzipiellen Neuerung der Konstruktion seien noch kurz besondere Worte gewidmet:

Bisher beschränkte man sich bei der Einrichtung der Feld-Röntgenwägen wegen der angeblichen Transportschwierigkeiten auf die einfachste — man

könnte sagen, primitivste — Röntgeneinrichtung. Dementgegen hat uns bei der Zusammenstellung des eben geschilderten Röntgenlaboratoriums der Gedanke geleitet, es müssen den Feldsanitätsanstalten — wegen der für das Leben und die Gesundheit der Verwundeten so überaus wichtigen Eingriffe — die technisch vollkommensten Mittel zur Verfügung gestellt werden. Nur dann können alle Vorteile, die uns die Röntgenuntersuchung diagnostisch und therapeutisch heute bietet, voll ausgenützt werden.

Wir handeln im Sinne humanster ärztlicher Auffassung, wenn wir zur Paralisierung der Wirkung der modernen Waffen unserer heutigen Massenheere auch die vollkommensten sanitären Einrichtungen ins Feld führen.

* * *

Ich kann diese Mitteilung nicht abschließen, ohne mit dankbarstem Gefühle weil. Baron Dr. Otto Babarczi-Schwarzers zu gedenken, der uns bei Lösung unserer Aufgabe stets mit bestem, wegen seiner großen Erfahrung besonders wertvollem Rat zur Seite gestanden ist und uns überhaupt in jeder Hinsicht tatkräftigste Unterstützung hat zuteil werden lassen.

Herrn Hofrat Prof. Dr. Julius Dollinger schulde ich Dank sowohl für die Betrauung mit der in Rede stehenden Arbeit, die ich in der damaligen kritischen Zeit als besonders ehrend empfunden habe, als auch für die vielfache Förderung derselben.

Schließlich möchte ich noch an dieser Stelle Herrn Johann Schmidt, Direktor der Budapester Filiale der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. und Herrn Eugen von Kölber, k. u. k. Hofwagenfabrikanten, die ihre fachmännischen Erfahrungen bereitwilligst und uneigennützig in den Dienst der Sache gestellt haben, wärmstens danken.

Zur Röntgentherapie der bösartigen Neubildungen.

Von

Prof. **H. Rieder.**

(Hierzu Tafel XXII.)

Man kann bis jetzt füglich zwei große Zeitperioden in der Röntgentherapie unterscheiden. Während in früheren Jahren lediglich ungefilterte oder schwach gefilterte Strahlen zur Anwendung kamen, wobei indessen oft auch Tiefenwirkung erzielt wurde — es sei nur an die eklatante Wirkung der Bestrahlung bei leukämischen Tumoren, Lymphosarkomen, Granulomen usw. erinnert — finden in letzter Zeit vorwiegend stark gefilterte, harte Strahlen, selbst in der Dermatotherapie, z. B. bei Lupus, Hautkankroiden, chronischem Ekzem, Psoriasis, Verwendung. Die ärztlichen Erfahrungen, die hierbei gesammelt werden, sind von großem Werte, da nur mit ihrer Hilfe ein so junger Zweig der Therapie, wie die Röntgentherapie, in die richtigen Bahnen gelenkt werden kann. Von diesem Gesichtspunkte aus sei es mir gestattet, auf zwei Krankheitsfälle hinzuweisen, die ein allgemeineres Interesse beanspruchen dürften.

Die erste der beiden mitzuteilenden Beobachtungen betrifft ein

myelogenes Sarkom des Humeruskopfes,

also eine Knochenerkrankung, die vor der Einführung der Tiefenbestrahlung in die Therapie gleich dem Chondro- und Fibrosarkom allgemein als nahezu refraktär gegen die Strahlentherapie erachtet und nur in wenigen Fällen (so von Levy-Dorn, Pfahler u. a.) günstig beeinflußt wurde.

Die 15jährige Franziska K. fiel am 11. August 1909 während des Landaufenthaltes aus der Hängematte und zog sich hierbei eine Kontusion der rechten Schulter zu. Im Laufe der nächsten Wochen stellten sich stärkere Bewegungsstörungen und Schwellung der rechten



Schultergelenksgegend, aber kein Schmerz ein. Auch Ernährungszustand und Aussehen der Patientin haben in letzter Zeit stark gelitten. Die Mitte September (Fig. 1) und Mitte Oktober vorgenommenen Röntgenaufnahmen ergaben mit größter Wahrscheinlichkeit das Bestehen eines Sarkomes.

Fig. 1. (20. IX. 09.) Starke Auftreibung des Humeruskopfes und zwar sowohl distal- als proximalwärts der Epiphysen-Fuge. Eine schmale Randkontur umschließt einen strukturlosen, homogenen, kalkarmen Innenraum. Nur in der Kortikalis finden sich noch größere, kalkhaltige Partien. Der angrenzende Humerusschaft sowie die benachbarte Skapula und Klavikula zeigen hingegen normale Knochenzeichnung.

Die Schwellung der Oberarmgegend nahm sichtlich zu. Verschiedene Chirurgen, die konsultiert wurden, erklärten, daß bei dem bösartigen Charakter der Erkrankung in therapeutischer Beziehung nur Amputation der Oberextremität oder Resektion des Humeruskopfes in Frage kommen können; eine Röntgenbehandlung sei aussichtslos.

Am 24. Oktober 1909 erfolgte ein Resektionsversuch des rechten Humeruskopfes. Allein der Knochen erwies sich als so morsch und brüchig, daß von einem weiteren Eingriffe abgesehen und die Weichteilwunde sofort vernäht wurde.

Als ultimum refugium wurde nun die Röntgenbehandlung von mir eingeleitet. Hierbei hatte ich das Bestreben, den Tumor möglichst gleichmäßig in allen seinen Teilen mit Röntgenstrahlen zu überschwemmen, und zwar unter Verwendung der größtmöglichen, d. h. die Haut möglichst wenig irritierenden Strahlenmenge. Es wurde eine genaue Feldereinteilung gemacht und das Schultergelenk von fünf Richtungen aus bestrahlt, d. h. von oben, außen, rückwärts, unten und vorne. Die Bestrahlung begann am 8. XI. 1909. Jedesmal wurde unter Verwendung eines Glastubus ein anderes Feld bestrahlt, und zwar in der Dauer von 6 Minuten; einfache Lederfiltration, 22 cm Fokushautdistanz, Funkenstrecke 17—15, sekundäre Stromstärke 1,5 Milliampère (Dosis ca. 3 x, gemessen nach Sabouraud-Holzknecht).

Schon nach acht Tagen Besserung des Allgemeinbefindens. Mitte Dezember wurde bereits ein Festerwerden des Knochens konstatiert.

Fig. 2. (4. I. 10.) Der Umfang des Humeruskopfes hat trotz der Bestrahlung noch zugenommen, aber die kalkhaltige Schichte der Kortikalis ist dichter und die einzelnen kalkhaltigen Septa und Inseln erstrecken sich bis in die zentralen Partien des Knochens. An den dem Humerus benachbarten Knochen (Skapula, Klavikula) ist geringer Kalkschwund eingetreten.

Der Umfang des rechten Humerus an seiner dicksten Stelle beträgt Mitte Dezember 29,5, Mitte Februar 1910 sogar 30 cm, an der korrespondierenden Stelle linkerseits dagegen nur 26,5 cm.

Die Bewegungsfähigkeit bessert sich langsam, Patientin vermag allmählich mit der rechten Hand wieder zu essen, auch sich wieder selbst zu frisieren. Vollständiges Wohlbefinden, Ernährungszustand ausgezeichnet.

Fig. 3. (9. V. 10.) Der Kalkgehalt der benachbarten Knochen wie auch des Humeruskopfes selbst hat zugenommen. An der Peripherie des letzteren, namentlich im Gebiete der Epiphyse, aber auch am Ubergang zum Humerusschaft und namentlich in der Gegend des Collum anatomicum, finden sich kalkhaltige Zonen in Form von Streifen und Bändern, die an einigen Stellen zentralwärts zu verlaufen scheinen.

Bis zum 14. Juli 1910, an welchem Tage Patientin sich aufs Land begab, hat sie im Laufe von acht Monaten 133 Bestrahlungen, jedesmal ca. 3 x, also im ganzen ca. 400 x erhalten. Die Haut des Oberarmes zeigt zahlreiche Telangiektasien und Keratosen, aber keine tiefergreifenden Veränderungen.

Zunächst wurde von einer weiteren Bestrahlung Umgang genommen in der Absicht, dieselbe später fortzusetzen, da die Röntgenogramme wohl eine Heilungstendenz, aber keine vollständige Ausheilung des Krankheitsherdes erkennen ließen. Da indessen die spontane Besserung im Befinden der Patientin sehr rasche Fortschritte machte und deshalb von chirurgischer Seite Zweifel an der urspünglichen Diagnose erhoben wurden, nahm ich, zumal die Haut schonungsbedürftig war, unter Aufrechterhaltung der ursprünglichen Diagnose von einer Fortsetzung der Bestrahlung Abstand.

Von nun ab wurden lediglich in mehrmonatlichen Zwischenräumen behufs fortlaufender Kontrolle des Heilresultates Röntgenaufnahmen des rechten Schultergelenkes gemacht, und zwar am 17. X. 10 und 3. II. 11.

Fig. 4. (17. X. 10.) Der Humeruskopf ist von einer ziemlich breiten, der Kortikalis entsprechenden Kalkschale eingesäumt. Namentlich an seiner oberen Begrenzung und gegen die Cavitas glenoidalis zu ist dieselbe stark entwickelt. Die Struktur der Nachbarknochen tritt wieder deutlich hervor.

Fig. 5. (3. II. 11.) Die Grenze zwischen der proximalen und distalen Hälfte des Humeruskopfes tritt weniger deutlich hervor, derselbe hat im ganzen an Umfang abgenommen. Namentlich an den medianen und oberen Partien des Caput humeri starke Entwicklung kalkhaltigen Gewebes, von dem sich septenartige Züge in das Knocheninnere erstrecken. Die benachbarten Knochen zeigen wieder schöne Struktur.

Sämtliche Chirurgen, die in der Folge über den eigentümlichen Krankheitsfall seitens der Angehörigen der Patientin oder seitens des Verfassers befragt wurden, äußerten auf Grund ihrer Untersuchung und ihrer Erfahrungen, selbst nach Betrachtung der photographischen Platten, ein Sarkom bzw. Osteosarkom könne hier nicht vorgelegen haben, sonst wäre die Patientin längst gestorben. Nur ein Enchondrom oder eine Ostitis fibrosa käme in Betracht.

Anfangs Februar 1911 war die Knochenauftreibung erheblich zurückgegangen. Der größte Umfang des rechten Oberarmes beträgt nur noch 28,5 cm. Neuerliche Untersuchung im Juli.

Fig. 6. (15. VII. 11.) Der Humeruskopf zeigt eine mehr längsovale Form. Die kalkhaltige Zone erstreckt sich in unregelmäßiger Weise über den ganzen Innenraum des Knochens, so daß derselbe ein geflecktes und gestreiftes Aussehen zeigt. Es ist also eine Schrumpfung des Tumors erfolgt unter Zunahme der Knochensubstanz, weshalb die Aussicht besteht, daß der erkrankte Knochen seine frühere Festigkeit wieder erreichen wird.

Januar 1912 Beweglichkeit im rechten Schultergelenk wieder nahezu normal, doch kann beim Erheben beider Arme der rechte noch nicht so hoch gehoben werden wie der linke, aber doch weit über die Horizontale. Der Umfang des rechten Humeruskopfes zeigt kaum eine Abnahme gegen früher. Das rechte Schultergelenk ist erheblich dicker als das linke, Patientin gebraucht aber die rechte Oberextremität fast so gut wie die linke, sie schwimmt, rudert und tanzt ohne jede Anstrengung.

Ende September 1912 reist das nun wieder blühend aussehende Mädchen für mehrere Monate nach England zu seiner sprachlichen Ausbildung. Kurz vorher wurde noch eine Röntgenaufnahme gemacht. Auf derselben sieht man, daß die Regeneration des Knochens in letzter Zeit keine weiteren Fortschritte gemacht hat.

Fig. 7. (19. IX. 12.) Der Humeruskopf birnförmig, Kalkschale an einzelnen Stellen weniger dicht als bei der letzten Untersuchung. Das Innere des Knochens zeigt teilweise wabenartiges Aussehen. Struktur der benachbarten Knochen weniger scharf und weniger deutlich als früher.

Während des Londoner Aufenthaltes unserer Patientin, der sich bis Mitte Mai 1913 erstreckte, bestand noch vollständiges Wohlbefinden. Das junge Fräulein spielte Klavier, gelegentlich auch Tennis und war im Gebrauch der rechten Oberextremität so gut wie nicht behindert. Nur gegen Ende ihres dortigen Aufenthaltes traten vorübergehend geringe Schmerzen im rechten Arme auf. Sie kehrte sehr wohl aussehend, frisch und munter von London zurück. Bald nach ihrer Ankunft in der Heimat traten zeitweilig Schmerzen im rechten Schultergelenk auf, die nach der Hand ausstrahlten, aber nicht weiter beachtet wurden. Hierzu gesellten sich in der Folge Schwellung und Bewegungsstörung in der rechten Oberextremität und Mitte Juli 1913 konnte der Arm nicht mehr zum Essen, Frisieren usw. benützt werden. Der konsultierte Arzt bezeichnete den Zustand als Neuralgie und äußerte die Meinung, daß ein Abszeß in der Entwicklung begriffen sei. Das Aussehen der Patientin veränderte sich aber bald, es trat hochgradige Anämie und Kachexie auf, die Ernährung ging rapid zurück, die Nahrungsaufnahme war gering, der Schlaf schlecht.

Erst Mitte September 1913 bot sich mir Gelegenheit, die Patientin wieder zu sehen und zu untersuchen. Es wurde sofort eine Röntgenaufnahme vorgenommen.



Fig. 8. (18. IX. 13.) Der Humeruskopf zeigt fleckige Aufhellung und inselförmige Einlagerungen und ist an seinem medialen und lateralen Rande wie angefressen, die Kortikalis ist hier teilweise zu Verlust gegangen und der erweichte Knochen in der Mitte eingebrochen.

Auf Grund dieser neuerlichen Röntgenaufnahme, die das Bestehen eines weit vorgeschrittenen Sarkom-Recidives ergab, wurde eine Probeexzision vorgenommen, welche den Röntgenbefund bestätigte. Mikroskopischer Befund: Spindelzellen-Sarkom, in dem auch große Rundzellen in ziemlich reichlicher Menge vertreten sind (Kontrolle durch Prof. Schmincke).

Aktive und passive Bewegungen der rechten Oberextremität äußerst schmerzhaft. Achseldrüsen rechts geschwellt.

Trotz der Befürchtung, daß wegen des weit vorgeschrittenen Krankheitsprozesses die Wirkung der Röntgenstrahlen versagen könnte, wurde wieder eine Bestrahlungskur eingeleitet, und zwar unter Benutzung harter, filtrierter Strahlen in größtmöglichen Dosen. 26., 27. und 28. IX. 1913 wurden unter Verwendung eines 3 mm Aluminiumfilters (parallele Funkenstrecke 18; 1,5 Milliampère; Fokushautdistanz 18 cm) unter mehrstelliger Bestrahlung 135 x verabreicht. Schmerz läßt nach, Appetit gering, häufig Herzklopfen und nächtliche Aufregungszustände, zuweilen Erbrechen, Kräftezustand und Aussehen schlecht. Nach längerer Pause abermals in mehrtägigen Intervallen im Laufe des Oktobers 75 x. Die Bestrahlung mußte nach dem jeweiligen Befinden der körperlich sehr heruntergekommenen Patientin eingerichtet werden; dieselbe ist blaß, magert rapid ab. Profuse Absonderung übelriechenden Schweißes.

Fig. 9. (14. XI. 13.) Die Randkonturen des erheblich aufgehellten Knochens sind zart und dünn; außer der bereits früher (Fig. 8) ersichtlichen Infraktion des Humerus ist an der Grenze von Kopf und Schaft eine weitere, mit erheblicher Dislokation einhergehende Spontanfraktur eingetreten.

Im Laufe des Novembers 80 x, im Dezember 108 x, im Januar 1914 76 x. Zunehmender Kräfteverfall, Metastasen in verschiedenen, dem rechten Schultergelenk benachbarten Lymphdrüsen und der Pleura, ausgedehnte ödematöse Schwellung der rechten Oberextremität. Auftreten eines typischen Röntgen-Ulcus an der Stelle, wo die Probe-Exzision vorgenommen wurde. Unter den Erscheinungen der Herzschwäche Exitus letalis am 23. III. 1914. Sektion wurde nicht gestattet.

Der geschilderte Krankheitsfall liefert den augenfälligen Beweis, daß bösartige Neubildungen die Neigung haben, nach einer scheinbaren Heilungsphase, die sich auf Jahre erstrecken kann, zu rezidivieren. Hiergegen schützen bekanntlich nur — in bestimmten Zwischen räumen vorzunehmende — prophylaktische Nachbestrahlungen, von deren Ausführung hier nur aus den oben angeführten Gründen Abstand genommen wurde.

Während bei bösartigen Weichteiltumoren an die durch Bestrahlung erzielte Zelleinschmelzung sich lediglich Bindegewebsbildung anschließt, war hier eine erhebliche, offenbar von der Kortikalis ausgehende Knochenregeneration zu konstatieren. Das Sarkom-Gewebe wurde zweifellos zerstört und ein sklerotisches (osteoides) Gewebe trat an seine Stelle. An diese Umbildung des Gewebes schloß sich, wie die beigegebenen Abbildungen erkennen lassen, ein erheblicher Schrumpfungs-Prozeß an. (Leider steht die histologische Untersuchung derartiger bestrahlter Knochengeschwülste noch aus.) Dieser Heilungsprozeß nahm seinen Fortgang auch noch dann, als die Bestrahlung ausgesetzt wurde. Das Rezidiv trat in besonders bösartiger und progredienter Form auf. Obwohl zur Bekämpfung desselben Tiefenbestrahlung angewendet wurde, von welcher eine noch viel intensivere Wirkung erwartet werden durfte als von der (im Jahre 1909/10 erfolgten) sog. Oberflächenbestrahlung, konnte doch das Weiterschreiten des Neoplasmas und der tödliche Ausgang nicht aufgehalten werden. Allein es darf nicht übersehen werden, daß die Patientin, als sie im Jahre 1913 einer abermaligen Bestrahlungskur unterzogen wurde, schon so anämisch und kachektisch und so hinfällig war, daß ihr Organismus nicht mehr imstande war, auf die Röntgenbestrahlung entsprechend zu reagieren. Deshalb wurden auch die Bestrahlungen viel schlechter ertragen als während der

ersten Bestrahlungsperiode. Namentlich das Nervensystem wurde durch die Strahlen stark in Mitleidenschaft gezogen, indem Tachykardie, Erbrechen, Angstzustände (besonders während der Nacht) und große Mattigkeit im Anschluß an die Bestrahlungen auftraten. Wahrscheinlich stand auch eine gewisse Anpassung der neoplastischen Zellen an die Strahlenwirkung, wie sie auch in anderen Fällen schon beobachtet wurde, dem therapeutischen Erfolge im Wege. Vielleicht auch, daß die geringere Strahlenempfindlichkeit bei der 2. Bestrahlungs-Periode durch eine Umstimmung (Metaplasie des Neoplasmas, wie sie Aschoff beschrieben hat) bedingt war. Bei der ersten Bestrahlungsperiode im Jahre 1909/10 konnte außerdem Dauerbehandlung wenn auch mit kleineren Dosen („Fraktionierte Dosierung") durchgeführt werden — eine Methode, die in manchen Fällen gewiß den Vorzug verdient vor der Anwendung hoher Dosen in größeren Zwischenräumen.

Die zweite hier zu schildernde Beobachtung betrifft ein

Carcinoma ventriculi (der Pars media).

Auguste W., 42 Jahre, Haushälterin, Patientin der II. medizinischen Klinik, verspürt seit September 1913 Schmerzen im Leib und Rücken. Allgemeinbefinden schlecht, Appetitlosigkeit, besonders Abneigung gegen Fleisch, Abmagerung, Blässe. In den letzten Tagen Erbrechen kaffeesatzartiger Massen. Stuhl von schwarzer Farbe.

Schlaffe, welke Haut, geringes Fettpolster. In Höhe des Nabels und zwar links von diesem eine Resistenz fühlbar, die auf Druck empfindlich ist. Stuhluntersuchung auf Sanguis positiv. Abderhalden Ca. +. Im Erbrochenen Blut und Sarcine. In dem nach Probefrühstück ausgeheberten Magensaft keine freie Salzsäure.

26. X. 1913. Röntgenuntersuchung: Karzinomatöser Sanduhrmagen, Verbindungsstück des kardialen und pylorischen Magenabschnittes ist median gelegen, mit ausgefressenen Rändern versehen. Pylorusgegend unscharf, Peristaltik und Antrumbildung wenig ausgeprägt.

1 Stunde p. c.: Obere Magenhälfte leer, untere gefüllt.

5 Stunden p. c.: Untere Magenhälfte noch zu $^1/_3$ gefüllt. Die kontrasthaltige Dickdarmfüllung reicht bereits bis zur rechten Flexur.

24 Stunden p. c.: Dickdarmfüllung erstreckt sich bereits bis zur linken Flexur. Dünndarm fast leer, kleiner Magenrest.

Patientin erhält vom 28. X. 13. — 20. V. 14 in 125 Sitzungen à 10 Minuten 1800 x (gemessen nach Sabouraud-Holzknecht); 8 Felder, 4 vorne, 4 rückwärts, die Felder stoßen in der Gegend der Magenmitte, also dem Hauptsitz des Karzinoms zusammen, jedes Feld erhält in jeder Bestrahlungsserie 40 x (Fokushautdistanz 18 cm, Filtration: 4 mm Aluminium und vierfach Leder, Polyphosröhre, 10 Ampères primär, 1,4 Milliampères sekundär, Simonunterbrecher, parallele Funkenstrecke 24—20 cm).

28. X. Beginn der 1. Bestrahlungsserie. Patientin ist sehr elend, erbricht, hat heftige Schmerzen im Leib. Schon nach drei Bestrahlungen bessert sich aber das Befinden und die Schmerzen nehmen ab.

7. XI. Gewichtsabnahme. Sanquis im Stuhl.

26. XI. Subjektives Befinden bedeutend gebessert, Appetit und Erbrechen selten.

1. XII. Ende der 1. Bestrahlungsserie. Patientin hat bis jetzt 320 x erhalten. Gewichtsabnahme seit Beginn der Bestrahlung beträgt 6,5 kg.

9. XII. Beginn der 2. Bestrahlungsserie, die bis 22. XII. dauert.

13. XII. Erbrechen und Schmerzen haben völlig aufgehört. Schlaf und Appetit bessert sich. Immer noch Gewichtsabnahme.

18. XII. 2. Röntgenaufnahme: An der Pars media stärkere Einkerbung, Ränder derselben ebenso wie die große Kurvatur unscharf, die ganze untere Magenhälfte unscharf, nicht ganz gleichmäßig gefüllt. Pylorusaussparung nicht deutlich ausgesprochen.

23. XII. Beginn der 3. Bestrahlungsserie, die bis zum 7. I. dauert.

30. XII. Neuerdings Schmerzen und Erbrechen.

7.—14. I. 14. Bestrahlungspause.

20. I. Erhebliche Besserung und Gewichtszunahme.

27. I. 3. Röntgenaufnahme: Pars media und untere Magenhälfte verschwommen. Große Kurvatur glatt. Normale Pylorusaussparung. Peristaltik und Antrumbildung gut.

31. I. Es stellt sich wieder Hungergefühl ein, Nahrungszufuhr gut, Pat. verträgt auch schwerer verdauliche Speisen.

4. II. Pat. ist frischer, Appetit gut, keine Magenbeschwerden. Gewichtszunahme andauernd.

Vom 18. II.—2. III. Bestrahlungspause.

Dann 4. Bestrahlungsserie, d. h. fast täglich Bestrahlung bis zum Austritt der Patientin aus dem Krankenhause am 6. IV.

27. II. 4. Röntgenaufnahme: Untere Magenhälfte verschwommen und ungleichmäßig gefüllt, große Kurvatur nicht ganz scharf. Antrumbildung deutlich.

7. III. Zustand dauernd gut. Ständige Gewichtszunahme. Aussehen der Patientin bessert sich zusehends.

21. III. Patientin ißt ohne die geringsten Beschwerden. Fortschreitende Besserung.

4. IV. 5. Röntgenaufnahme: Untere Magenhälfte zeigt nun ziemlich gleichmäßige Füllung, die der Einkerbung in der Pars media benachbarten Partien sind etwas verschwommen. Gute Peristaltik, gute Antrumbildung. Gleich wie bei den früheren Durchleuchtungen findet sich auch diesesmal 5 Stunden p. c. ein nicht unerheblicher Magenrest.

Interessant war das Verhalten des Körpergewichtes während der im Krankenhause durchgeführten Strahlenbehandlung. Dasselbe beträgt am 26. X. 1913: 45,0 kg und sinkt von da ab stetig bis zum 16. XII., wo dasselbe nur noch 36 kg beträgt. Dann steigt es fortwährend, am 18. III. 1914 beträgt dasselbe 50,6 kg, am 5. IV. sogar 54 kg.

Am 6. IV. verläßt Patientin das Krankenhaus, um ihrem Berufe wieder nachzugehen, und wird von nun ab ambulant weiterbehandelt, und zwar in der bisher durchgeführten Art und Weise. (5. Bestrahlungsserie.) In der Folge treten zeitweilig leichte Magenstörungen (Druckgefühl und Brechreiz) auf. Auch das Körpergewicht erfuhr wieder einen leichten Rückgang.

Die am 20. V. 14 vorgenommene Röntgenuntersuchung ergab, daß der Wismutbrei sich vom Fundus aus erst nach stärkerer Füllung desselben und nur langsam nach der verengten Pars media entleert. An der unteren Magenhälfte waren anfänglich nur die Wandkonturen ersichtlich und erst allmählich, d. h. nach stärkerem Einsetzen der Peristaltik, trat eine ungleichmäßige Füllung zutage, welche der pylorischen Magenhälfte — im Gegensatz zu der kardialen — ein siebartiges Aussehen verlieh.

Der eben geschilderte Röntgenbefund spricht dafür, daß durch die lange fortgesetzte Tiefenbestrahlung bindegewebige Veränderungen an der pylorischen Magenhälfte und an der Pars media eingetreten sind, welche zu partiellem Füllungsdefekt und zu geringgradigen stenotischen Erscheinungen geführt haben.

Die im Röntgenbilde ersichtliche, während der Röntgenbehandlung mehrfach kontrollierte Änderung in der anatomischen Beschaffenheit der Magenwand ging parallel mit der klinisch festgestellten Hebung der Magenfunktion und der subjektiven und objektiven Besserung des Allgemeinzustandes der Patientin, die nur in der letzten Zeit einen leichten Rückgang erfuhr.

Ob der unverkennbare Heilungsprozeß, der durch eine sehr große Strahlendosis (1800 x) angebahnt wurde, noch weitere Fortschritte machen wird, muß erst die Zukunft lehren. Sowohl über den weiteren Verlauf des letztbeschriebenen Krankheitsfalles und die diesbezüglichen röntgenologischen Ergebnisse, als auch über andere Fälle von bösartigen Neubildungen der inneren Organe, welche der Strahlentherapie mit Erfolg unterworfen wurden, soll später berichtet werden.

Das Magenkarzinom verdient schon deshalb ein besonderes röntgenologisches Interesse, weil hier die ersten röntgentherapeutischen Versuche (von Gocht 1896, Despeignes 1896, Schiff 1897) einsetzten und weil, namentlich seit Einführung der Tiefenbestrahlung, mehrmals Verkleinerung bzw. Schrumpfung krebsiger Magentumoren unter Bildung narbiger Stenose durch Bestrahlung erzielt wurde.

Das Magenkarzinom gehört zweifellos zu denjenigen Karzinomen, welche, vorausgesetzt daß das Allgemeinbefinden der Patienten noch ein zufriedenstellendes ist, der Tiefenbestrahlung in hohem Grade zugänglich sind. Die Drüsenkrebse reagieren ja bekanntlich analog den Mutterzellen, von denen sie ausgehen, stärker auf Bestrahlung als die Epithelkrebse. So hat auch P. Lazarus (Berlin) auf dem letzten Internistenkongresse in Wiesbaden (1914) Röntgenogramme gezeigt, welche in überzeugender Weise den fortlaufenden Heilungsvorgang an der Magenwand nach lange fortgesetzter Bestrahlung mit Radium und Mesothorium erkennen ließen.

Wenn auch die ärztlichen Bestrebungen, alle bösartigen Neubildungen zu heilen, vorderhand noch unerfüllbar bleiben müssen, so können wir doch schon jetzt die Strahlentherapie als ein „modernes Lebens-Elixir" bezeichnen, da es den menschlichen Organismus, wenigstens zum größten Teile, von seinen neoplastisch entarteten Gewebspartien befreit und damit eine oft erhebliche Verlängerung seines Daseins ermöglicht. Hohe Ziele erfordern aber große Anstrengungen und deshalb müssen wir auf dem eingeschlagenen Wege mutig vorwärtsschreiten, unbekümmert um zeitweilige Mißerfolge oder sonstige unliebsame Vorkommnisse, die sich bisweilen unseren therapeutischen Bestrebungen entgegenstellen.

Aus der chirurgischen Klinik und dem physikalischen Institut der Universität Jena.

Über die vermeintliche Eigenstrahlung des Blutes nach vorausgegangener Röntgenbestrahlung.

Von

Dr. R. Eden, und **Dr. W. E. Pauli,**

Privatdozent für Chirurgie. Privatdozent für Physik.

Es ist bekannt, daß Körperzellen, Blut und Körpersäfte unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen oder von radioaktiven Substanzen Umwandlungen erfahren, wodurch sie spezifische, die Lebensvorgänge der Zellen beeinflussende Eigenschaften erhalten. Diese lassen sich auch in vitro erzeugen und nachweisen.

So konnte L. Freund (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 1913, Bd. 21, H. 3, S. 313) mit einer lympheartigen Flüssigkeit, die er durch Verreiben von Haut, drüsigen Organen, Karzinomgewebe und Blut mit Glyzerin gewann und dann bestrahlte, eine deutliche Haut- und auch Allgemeinreaktion am lebenden Organismus erzeugen, die bei Injektion gleichartig hergestellter aber nicht bestrahlter Lymphe ausblieb.

Ferner berichtet Wermel (Münch. Med. Wochenschr. 1914, Nr. 6, S. 300) über Wirkung bestrahlten Blutserums auf den Tierkörper. Es trat in seinen Versuchen nach Injektionen von bestrahltem Serum in das Ohr eines Kaninchens zuerst Entzündung und Haarausfall auf, und nach Verlauf von 5—7 Tagen entstand ein schlecht heilendes Geschwür. Das andere Ohr, in welches nicht bestrahltes Serum unter gleichen Umständen eingespritzt worden war, zeigte keine derartige Reaktion. Weiter konnte derselbe Autor durch Injektionen bestrahlten Serums bei Kaninchen ähnliche Veränderungen des Blutbildes hervorrufen, wie wir sie nach Bestrahlung des Körpers mit Röntgenlicht beobachten können.

Worauf im einzelnen diese neugewonnenen Eigenschaften bestrahlter Körperbestandteile beruhen, ist noch nicht geklärt. Es liegt am nächsten, unter oder nach der Bestrahlung ent-

stehende Zerfallsprodukte des Gewebes für das wirksame Moment zu halten, um so mehr, da man mit nach der Bestrahlung im Körper entstandenen Stoffen oder ähnlichen chemischen Verbindungen ähnliche Wirkungen auf den lebenden Organismus hervorrufen kann, wie wir sie nach der Bestrahlung selbst beobachten.

Ein besonders wirksames Agens hat man in den Zerfallsprodukten des Lezithins, vor allem im Cholin sehen wollen. Bisher ist es aber noch nicht gelungen, mit isolierten Spaltungsprodukten des Eiweiß dieselben therapeutischen Resultate zu erzielen, wie mit der Bestrahlung. Es scheint, als wenn nicht nur rein chemische Vorgänge bei der Beeinflussung der Gewebe durch radioaktive Elemente und Röntgenstrahlen in Betracht kommen, sondern daß dabei auch physikalische, bisher ungeklärte Vorgänge im Gewebe eine wesentliche Rolle spielen.

Wermel (Münch. Med. Wochenschr. 1914, Nr. 6, S. 299) berichtet nun über Versuche, die er mit bestrahltem Blut und Blutbestandteilen anstellte und aus denen hervorgeht, daß diese nach der Bestrahlung Einwirkung auf die photographische Platte hervorzubringen vermochten und auf ihr das Bild einer zwischengelegten Figur abzeichneten. Er schließt daraus, daß „Serum und rote Blutkörperchen Röntgenenergie aufnehmen können und dieselbe durch Photoaktivität verraten.“ Ähnliche Wirkungen auf die photographische Platte, die bestrahltes Blut, bzw. Cholin vorbehandelte Gewebsstücke angenommen hatten, wurden schon früher von Schläpfer (Berliner klin. Wochenschr. 1905, Nr. 37) und Werner (Münch. Med. Wochenschr. 1906, S. 11) beobachtet.

Die Versuche Wermels, die geeignet erscheinen, uns dem Verständnis der biologischen Strahlenwirkung näher zu bringen, haben wir in erweiterter und veränderter Versuchsanordnung nachgeprüft. Es schien uns notwendig, zuerst an einer größeren Versuchsreihe unter Ausschluß von Beobachtungsfehlern der Natur jener Wirkung auf die photographische Platte nachzugehen, bevor wir daran anknüpfend neue Theorien und Maßnahmen für unser therapeutisches Handeln aufbauten.

Wir legen in der vorliegenden Publikation Wert auf eine genaue Angabe unserer Versuchsanordnungen, so daß die von uns angestellten Beobachtungen von anderen jederzeit leicht unter denselben Versuchsbedingungen wiederholt werden können.

Unsere Versuchsanordnung mußte so gewählt werden, daß sie die Beantwortung der zwei Fragen ergab:

1. Hat das den Röntgenstrahlen ausgesetzte Blut eine andere Einwirkung auf die photographische Platte als unbestrahltes Blut und

2. ist diese photographische Wirkung ein Strahlungsvorgang oder eine chemische Reaktion? (Etwa eines Gases, das durch Zusammenwirkung von bestrahltem Blut und Luft sich bilden konnte.)

Fig. 1 zeigt unsere Anordnung.

In der Schale S befindet sich das zu untersuchende Blut. P_1 und P_2 sind Messingscheiben von 2 mm Dicke, die in der Mitte einen Kreisausschnitt von 5 mm besitzen. R ist ein Bleiring von 2 cm Höhe; über P_2 befindet sich ein Papier von der Form P_2. Auf diesem Papier liegt die photographische Platte. Eine zweite Schale mit genau derselben Anordnung nahm das unbestrahlte Blut auf. Beide Anordnungen standen je unter einer weiten Glasglocke, die zu starke Luftströmungen vermeiden sollte. Mit nur einer Ausnahme haben wir menschliches Blut verwandt. Die Bestrahlungsdauer mit Röntgenstrahlen betrug durchschnittlich 15 Minuten, in einigen Fällen 10, 20 und 30 Minuten. Als Röntgenröhren dienten Röhren, deren ganze Strahlung (also weiche und harte Strahlen) das in sterilisierten Gläsern aufgefangene Blut in einer Entfernung von ca. 20—30 cm von der Antikathode traf. Durchschnittlich wurde ein Sekundärstrom von 2 Milliampère benutzt. Das so bestrahlte Blut gelangte sofort zur Untersuchung; d. h. es wurde die in Fig. 1 wiedergegebene Anordnung in einer absolut lichtdichten Kammer aufgebaut und die photographische Platte der Einwirkung des Blutes, meist 24 Stunden, in einigen Fällen auch 48 Stunden ausgesetzt.

1. Wirkung des bestrahlten und unbestrahlten Blutes auf die Platte:

Verschiedene Versuche, die gleichzeitig und unter denselben Bedingungen mit demselben Blut desselben Patienten angestellt wurden, haben gezeigt, daß, wenn ein Unterschied zwischen der Wirkung des unbestrahlten und des bestrahlten Blutes auf die photographische Platte besteht, dieser nur sehr gering ist. In beiden Fällen erhielten wir gleichmäßige Schwärzungen, die jedoch bei dem bestrahlten Blut etwas größer waren.

2. Ist die nachgewiesene Schwärzung der photographischen Platte ein Strahlungsvorgang oder eine chemische Reaktion?

Um diese Frage zu entscheiden haben wir uns nicht damit begnügt, Abdrücke von Ausschnitten einer zwischen Blut und photographische Platte gelegten Metallplatte zu erhalten (wie es seither in den Untersuchungen geschah), sondern wir haben die Versuchsanordnung so gewählt, daß auf der photographischen Platte nur dann ein Bild des Ausschnittes entstehen konnte, wenn tatsächlich eine sich gradlinig ausbreitende Strahlung vom Blut ausging. In Fig. 1 ist die Begrenzung der auf der photographischen Platte entstehenden Schwärzung, so wie sie bei einem Strahlungsvorgang entstehen müßte, gezeichnet. Die Dimensionen waren aus den Durchmessern der Kreisausschnitte und den Abständen der Platten untereinander leicht zu berechnen. Aus einer ganzen Reihe von Versuchen, im Ganzen ca. 20, bei denen wir die Bestrahlungsdauer des Blutes mit Röntgenstrahlen als auch die Expositionszeit des eigentlichen Versuches innerhalb der angegebenen Grenzen änderten, konnten wir nie ein deutliches Bild auf der photographischen Platte erhalten, so, wie es hätte entstehen müssen. Dagegen konnten wir in allen Fällen eine ungleichmäßige Schwärzung der Platte feststellen. Ließen wir in anderen Fällen die Platte P_2 weg, so zeigte sich auf der photographischen Platte ein deutlicher heller Ring, während der übrige Teil der Platte außerhalb und innerhalb des Ringes eine Schwärzung erfahren hatte. Der helle Ring entsprach dem Bleiring R.

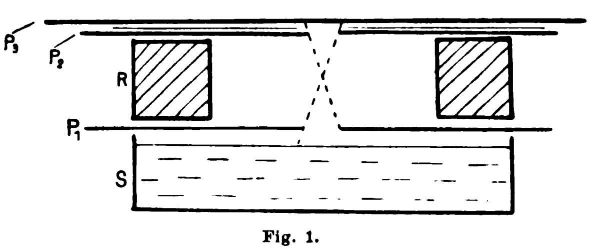


Fig. 1.

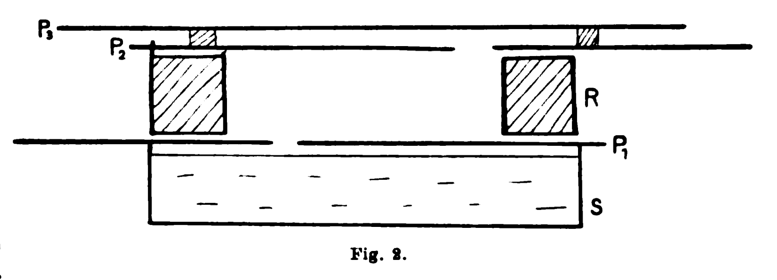


Fig. 2.

Wir gingen dann dazu über, die Versuchsbedingungen möglichst zu variieren. So legten wir in einem Falle nur die Platte P_1 über die Schale S und stellten auf P_1 senkrecht die photographische Platte so quer über den Kreisausschnitt, daß eine vom Blut ausgehende Strahlung eine kegelförmige Schwärzung der Platte hätte hervorbringen müssen, wobei die Spitze des Kegels der Kreisausschnitt von P_1 wäre. Das Resultat war aber wieder eine ziemlich gleichmäßige Schwärzung der Platte. Eine weitere Variation der Versuchsanordnung zeigt Figur 2.

Die bestrahlte Blutmenge wurde in zwei Hälften geteilt, von denen die eine in der Anordnung der Fig. 1 benutzt wurde. Die andere Hälfte wurde in die Anordnung der Fig. 2 gebracht, bei ihr sind P_1 und P_2 exzentrisch gegeneinander verschoben. Es hätte also bei den zwei Anordnungen einen Unterschied in der Lage der maximalen Schwärzung auf der photographischen Platte ergeben müssen. Dagegen zeigte sich auch hier dieselbe gleichmäßige Schwärzung der Platte. Dünne Bronzealuminium- und Silberdrähte, die wir in anderen Versuchen inmitten von R. über dem Ausschnitt von P_1 unter Fortlassen von P_2 anbrachten, zeichneten sich in keinem Falle auf der Platte ab.



Schließlich haben wir dann noch eine Messingplatte P_1 benutzt, aus der in der Mitte ein Kreuz ausgeschnitten war. Wurde nun über P_1 photographisches Papier gelegt mit demselben Ausschnitt und darüber direkt die photographische Platte, so zeigte sich das deutliche schwarze Bild des Kreuzes auf der entwickelten Platte. In dieser Weise sind die beschriebenen Versuche auch von früheren Beobachtern gemacht worden. Das Bild des Ausschnittes entstand aber nur dann, wenn die photographische Platte direkt der den betreffenden Ausschnitt tragenden Messingscheibe mit oder ohne Zwischenlegung von Papier auflag, durch diese mit Ausnahme der Stelle des Kreuzes also geschützt war. Stets fanden sich auch die außerhalb des Ausschnittes gelegenen Teile der Platte geschwärzt, wenn auch in geringerem Maße. Entfernten wir die Platte durch seitliche Unterstützung von der Messingscheibe und ihrem Kreuz, so entstand kein Bild des Kreuzes mehr, sondern eine diffuse Schwärzung der Platte.

Aus den beschriebenen Versuchen geht hervor, das wir es hier nicht mit einem Strahlungsvorgang, sondern wahrscheinlich mit einem chemischen Einfluß auf die photographische Platte zu tun haben. Und zwar war es wahrscheinlich, daß sich unter der Einwirkung des Blutes auf den Sauerstoff der Luft ein Gas bildete, das nun langsam diffundierte und die Platte überall gleichmäßig schwärzte. Es sei hier an einen ganz ähnlichen Vorgang erinnert, der lange Zeit als „Metallstrahlung" für eine besondere, von Metall ausgehende Strahlung galt, der sich aber ebenfalls als eine rein chemische Reaktion des Sauerstoffs und seiner Verbindungen mit der Bromsilberschicht der Platte entpuppte (vgl. S. Saeland, Annalen der Physik 1908). Wir haben daher noch Versuche in einer Atmosphäre von Kohlensäure angestellt und haben gefunden, daß die Schwärzungen der Platte bei der gegebenen Versuchsanordnung fast völlig ausblieben, während parallele Versuche mit demselben Blut bei Luftzutritt sofort wieder die Schwärzung ergaben.

Zu bemerken ist noch, daß wir eine Schwärzung der photographischen Platte auch dann erhielten, wenn wir zwischen P_2 und P_3 schwarzes photographisches Papier brachten oder P_3 völlig in Papier einwickelten. Es handelt sich aber auch hier nur um diffuse Schwärzungen, die ebenfalls durch ein langsames Diffundieren des Gases durch die poröse Papierschicht zu erklären sind.

Wenn durch diese Versuche auch die Frage genügend geklärt erschien, so haben wir doch noch als Kontrolle eine ganz andere Methode angewandt, um eine eventuelle Eigenstrahlung des Blutes nachzuweisen, und zwar haben wir noch elektrometrische Untersuchungen des bestrahlten, sowie des unbestrahlten Blutes vorgenommen. Verwandt wurde ein Elektrometer von Spindler und Hoyer (Göttingen) nach Schmidt, das zur Untersuchung fester und flüssiger radioaktiver Substanzen sehr geeignet ist. Nach Feststellung des natürlichen Spannungsverlustes wurde das Blut eingebracht und der Elektrometergang während längerer Zeit beobachtet. Diese Versuche haben wir sowohl mit menschlichem Blut, als mit frischem Ochsenblut ausgeführt, und mit dieser Methode hätten sich noch die geringsten Spuren einer Strahlung zeigen müssen. In der Tabelle ist für das gleiche bestrahlte und unbestrahlte Blut der Spannungsverlust pro 15 Minuten angegeben, und man ersieht, daß sich — abgesehen von Beobachtungsfehlern — ein völlig gleicher Elektrometergang in beiden Fällen ergeben hat.

Unbestrahltes Blut:

Zeit	Elektrom. Ablesung	Differenz pro 15'
8,45	83,0	
9,00	80,0	3,0
9,15	77,5	2,5
9,30	75,0	2,5
9,45	72,7	2,3
10,00	70,0	2,7
10,15	67,2	2,8

Bestrahltes Blut:

Zeit	Elektrom. Ablesung	Differenz pro 15'
10,45	66,0	
11,00	63,4	2,6
11,15	60,8	2,6
11,30	58,5	2,3
11,45	55,9	2,6
12,00	53,7	2,2

Man sieht, daß, wenn eine Differenz in dem Elektrometergang da ist, das bestrahlte Blut eher noch den langsameren Gang hervorbringt. Zu bemerken ist nur noch, daß vorher festgestellt war, daß der natürliche Spannungsverlust innerhalb der Ausschlagsbereiche 90,0—50,0 derselbe war, so daß also unsere Beobachtungen selbst innerhalb der verschiedenen Beobachtungsbereiche direkt miteinander zu vergleichen sind.

Wir können demnach das Resultat unserer Untersuchungen so zusammenfassen:

Bestrahltes, sowie unbestrahltes Blut zeigen beide das Vermögen, photographische Platten zu schwärzen, doch kommt dem mit Röntgenstrahlen behandelten Blut die größere Fähigkeit zu. Ferner: die Schwärzung der photographischen Platte, die seither als eine Folge einer Eigenstrahlung des Blutes angesehen wurde, ist auf eine chemische — durch die Bestrahlung beschleunigte — Reaktion zurückzuführen, welche ein Gas hervorbringt, das unter der Einwirkung des Blutes mit dem Sauerstoff der Luft sich bildet.

Zur Dosierung in der Röntgentherapie.

Von

H. E. Schmidt-Berlin.

Im Januarheft der „Strahlentherapie“ habe ich Untersuchungen mitgeteilt, welche sich auf Vergleiche zwischen dem Radiometer von Sabouraud-Noiré und dem Quantimeter von Kienböck beziehen.

Nach diesen Untersuchungen erscheint das Kienböcksche Verfahren recht unzuverlässig, da der Quantimeterstreifen fast niemals 10 x angibt, wenn die S.-N.-Tablette die Teinte B zeigt, sondern meist erheblich mehr: 20—30—50 x. Dabei ist es gleichgültig, ob man eine mittelweiche oder harte, eine filtrierte oder unfiltrierte Strahlung verwendet.

Auf dem 10. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft im April dieses Jahres haben dann Levy-Dorn und Heßmann über ähnliche Untersuchungen berichtet, die insofern auch zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben, als auch sie Abweichungen in den Angaben beider Dosimeter feststellen konnten, die aber insofern von meinen Resultaten abweichen, als beide doch eine gewisse Gesetzmäßigkeit zwischen den Werten, die beide Dosimeter anzeigen, gefunden zu haben glauben.

Wenn ich Levy-Dorn richtig verstanden habe, so sollen beide Dosimeter bei Verwendung einer mittelweichen unfiltrierten Strahlung ungefähr übereinstimmen, während bei Verwendung einer harten filtrierten Strahlung das Quantimeter immer mehr angeben soll.

Wenn ich Heßmann richtig verstanden habe, so soll die der Teinte B entsprechende x-Zahl mit der Dicke der Filter steigen, es soll z, B. unter 1 mm Aluminium die Teinte B = 30 x, unter 2 mm Aluminium = 40 x, unter 3 mm Aluminium = 50 x sein!

Im Aprilheft der „Strahlentherapie“ hat dann Kirstein Untersuchungen über die Beziehungen zwischen beiden Dosimetern veröffentlicht, deren Ergebnisse gut mit den meinigen übereinstimmen, insofern als sich ein völlig regelloses Verhalten des Quantimeters gegenüber den Angaben des Radiometers von Sabouraud-Noiré herausgestellt hat. Es zeigte mal weniger, mal ebensoviel, meist aber mehr an!

Kirstein hat nur mit filtrierten Strahlen gearbeitet; seine Versuchsanordnung ist etwas anders gewesen als die meine.

Die Ergebnisse, welche Kirstein erhalten hat, stimmen ebenso wie die meinen mit den Versuchsresultaten von Levy-Dorn und Heßmann darin überein, daß das Quantimeter — wenigstens bei Verwendung harter filtrierter Strahlen — meist größere Dosen anzeigt als das Radiometer von Sabouraud-Noiré, aber nicht darin, daß trotzdem ein gewisses gesetzmäßiges Verhältnis der x-Zahl zur Teinte B besteht. Gerade die Regellosigkeit in dem Verhältnis der



x-Zahl zur Teinte B ist durch die Versuche von Kirstein und mir wohl als sicher bewiesen zu betrachten.

Welches Radiometer zeigt nun richtig?

Nach einer etwa zehnjährigen Erfahrung bei therapeutischer Bestrahlung kann ich nur antworten: das Radiometer von Sabouraud-Noiré!

Das folgt auch aus meinen experimentellen Versuchen: Bei gleicher Belastung, gleichem Härtegrad und gleicher Entfernung, zeigt die S.-N.-Tablette die Teinte B immer in der gleichen Zeit, während ein in doppelter Entfernung mitbestrahlter Kienböckstreifen nur selten 10 x, manchmal weniger, meist aber erheblich mehr anzeigt. Und zwar ist die größere x-Zahl nicht immer die gleiche, sie kann 15, 20, 30 x und mehr betragen!

Die Forderung Kienböcks, bei therapeutischen Bestrahlungen immer zwei Dosimeter zu benutzen, nämlich das von Kienböck und das von Sabouraud-Noiré, ist mir von jeher recht unlogisch erschienen.

Entweder mißt keins von beiden richtig, dann soll man keins von beiden verwenden, oder beide messen richtig, dann ist es gleichgültig, welches von beiden man verwendet; oder nur eins mißt richtig, dann ist es sinnlos, das andere „zur Kontrolle“ zu verwenden.

Nun steht es — wie gesagt — für mich fest, daß das Radiometer von Sabouraud-Noiré richtig mißt; seit ich dieses Dosimeter zur Eichung meiner Röhren verwende, habe ich niemals eine sogenannte „Verbrennung“, d. h. eine Reaktion zweiten oder dritten Grades erlebt!

Ich kann auch jederzeit den Nachweis erbringen, daß bei einem Härtegrad von 5—7 We. die Teinte B der „Erythemdosis“ entspricht.

Diesen von mir eingeführten Begriff der „Erythemdosis“ sollten wir nicht fallen lassen. Ich habe die „Erythemdosis“ nicht ohne Grund an die Stelle der „Epilationsdosis“ gesetzt; denn die letztere schwankt sehr erheblich je nach der Lokalisation, während die erstere an allen Stellen des Körpers ziemlich konstant ist. Natürlich ist ja auch der Begriff „Erythem“ nicht fest umgrenzt; es gibt eine schwache, mittlere und starke Hautrötung; aber immerhin scheint mir die „Erythemdosis“ als biologische Dosis, nach der immer wieder der Schrei der Röntgentherapeuten ertönt, noch das beste Maß zu sein.

Durch experimentelle Untersuchungen (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 1910, Bd. 15) habe ich nun an meiner eigenen Haut, und zwar an dicht nebeneinanderliegenden Stellen desselben Hautbezirkes festgestellt, daß die Teinte B nur bei mittelweicher Strahlung (5—7 We.) der „Erythemdosis“ entspricht, bei weicherer Strahlung dagegen eine stärkere, bei härterer Strahlung eine schwächere Hautreaktion zur Folge hat.

Da wir ja nun zurzeit vorwiegend mit mittelweichen (5—7 We.) und mit harten (10 We.) Strahlen arbeiten, so müssen wir nur wissen, wo die Erythemgrenze für diese harten Strahlen liegt, und zwar nach Filtration durch 1—3 mm Aluminium, da ja diese harten Strahlen heute kaum noch unfiltriert angewandt werden; und das wissen wir: die Erythemgrenze liegt bei 10 We. und 1 mm Aluminium bei 2 S.-N., bei 10 We. und 3 mm bei 3 S.-N. Nach Applikation dieser Dosen tritt wohl eine Bräunung der Haut (und Haarausfall) aber kein Erythem auf. Erst wenn man bei 10 We. und 3 mm Aluminium 4 S.-N. appliziert, erhält man eine leichte Rötung der Haut.

Je härter also die Strahlung ist, desto mehr Volldosen nach S.-N. muß man applizieren, um die „Erythemdosis“ zu erreichen. Sollte sich die Schwerfiltertherapie (Loewenthal) bewähren, so wird man bei 10 We. und 0,25 mm Blei natürlich nicht nur 3 S.-N., sondern vielleicht 6—8 S.-N. oder noch mehr applizieren können, ohne ein Erythem befürchten zu müssen. Auch die genaue Feststellung der Erythemgrenze bei Filtration durch 0,25 mm Blei dürfte keine besonderen Schwierigkeiten machen.

Also dosieren können wir, wenn wir uns damit begnügen, die höchst zulässige Oberflächendosis festzustellen, die für die normale Haut in Betracht kommt, sowohl bei mittelweicher unfiltrierter als auch bei harter filtrierter Strahlung; diese Dosis muß eben immer

etwas unter der Erythemdosis liegen. Jedenfalls halte ich es für falsch und für gefährlich, die Bestrahlungen bei Tiefentherapie solange fortzusetzen, bis Rötung oder gar Blasenbildung eintritt, auch wenn es sich um operable oder inoperable Uteruskarzinome handelt.

Zur Dosierung sind meines Erachtens besonders geeignet solche Radiometer, die wirklich eine Oberflächendosis messen, d. h. also das Radiometer von Sabouraud-Noiré und die Holzknecht-Skala, weniger geeignet aber solche, welche eine Dosis messen, die sich auf eine Schicht von ziemlich erheblicher Dicke bezieht, wie z. B. das Fällungsradiometer von Schwarz.

Die auf dem letzten Röntgenkongreß — etwas post festum — eingesetzte Kommission zur Vergleichung der einzelnen Dosimeter hat also eigentlich nicht mehr allzuviel zu tun.

Von den beiden meist gebrauchten Dosimetern (Sabouraud-Noiré und Kienböck) hat sich das eine als brauchbar bewährt, und zwar seit fast zehn Jahren. Das andere ist in meinen experimentellen Untersuchungen als nicht zuverlässig befunden worden, und dieses Resultat ist durch die Nachuntersuchungen von Levy-Dorn, Heßmann und Kirstein bestätigt worden.

Hat es nun einen Zweck, ein so einfaches Verfahren durch neue elektrische Meßmethoden zu ersetzen?

Ich meine nicht; denn diese elektrischen Methoden sind jedenfalls viel komplizierter, und Fehlerquellen sind auch hier (durch den wechselnden Feuchtigkeitsgehalt der Luft, durch die Wirkung der Sekundärstrahlen, durch Defekte an den Meßapparaten selbst) vielleicht noch viel schwerer auszuschließen.

Auch die Behauptung, die Wertheim-Salomonson auf dem letzten Röntgenkongreß wieder einmal aufgestellt hat, daß die S.-N.-Tablette bei feuchter Luft weniger empfindlich ist, dürfte durch die Versuche von Krüger, der S.-N.-Tabletten in ihrer Empfindlichkeit gänzlich unverändert fand, nachdem sie stundenlang in einem mit Wasserdampf erfüllten Raume aufbewahrt waren, widerlegt sein. (Strahlentherapie, Bd. II, H. 1, S. 353.)

Ich habe S.-N.-Tabletten 24 Stunden in ein Schälchen mit Wasser gelegt, so daß sich die grüne Schicht bis auf einen kleinen zentralen Rest abgelöst hatte, und sie dann bestrahlt. Dieser zentrale Rest zeigte in genau der gleichen Zeit die Teinte B, wie die mitbestrahlten Kontrolltabletten.

Wünschenswert wäre es nur noch, daß das Radiometer von Sabouraud-Noiré bei einer konstanten Lichtquelle abgelesen wird, die das Tageslicht ersetzt, also z. B. bei der von Krüger (vgl. l. c., S. 354) empfohlenen 50kerzigen Osramlampe mit Blauglasfilter von bestimmter Dicke und Färbung.

Jedenfalls dürfte es sehr dankenswert sein, wenn die Kommission zur Vergleichung der verschiedenen Dosimeter vor allem Untersuchungen darüber anstellen würde, ob die Modifikation des Verfahrens von Sabouraud-Noiré, z. B. die von Holzknecht und Bucky dem Original-Radiometer gleichartig oder gar überlegen sind. Wenn dann alle Therapeuten nur die S.-N.-Pastille benutzten, könnte man die von den verschiedenen Autoren applizierten Dosen wirklich miteinander vergleichen, während die zurzeit so beliebten, oft ins Uferlose gehenden x-Zahlen, mit denen die Gynäkologen und die Fabrikanten „besonders leistungsfähiger" Röntgenapparate so freigebig um sich werfen, mit allergrößter Vorsicht zu genießen sind.



Erwiderung auf die Veröffentlichung von Dr. W. D. Coolidge „Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung“ [diese „Fortschritte“, XXII, 1, S. 18]

von

J. E. Lilienfeld.

(Vgl. die analoge Erwiderung Physical Review, Mai 1914.)

Herr Coolidge geht in seiner Veröffentlichung auf meine Arbeiten ein, und veranlaßt mich dadurch, in zweierlei Hinsicht zu seiner Publikation Stellung zu nehmen. Erstens, das tatsächliche Verhältnis seiner und meiner Bestrebungen zu charakterisieren, zweitens aber einige Worte über seine sachlichen, meine Arbeiten treffenden Äußerungen zu sagen.

I.

Meine Bestrebungen auf dem Gebiete der Röntgentechnik weisen den vorausgegangenen Arbeiten gegenüber den Unterschied auf, daß ich eine von dem Gasdrucke in der Röhre unabhängige Strahlenquelle von beliebig einstellbarer Intensität und Härte geschaffen habe. Die Möglichkeit, diese Unabhängigkeit vom Gasdrucke zu erreichen, wurde aus meinen zum Teil bis auf das Jahr 1906 zurückgreifenden experimentellen Studien[1]) über Entladung im Hochvakuum erschlossen. Ich hatte nämlich festgestellt, daß — genügend hohes Vakuum vorausgesetzt —, Änderungen der Gasdichte ohne Einfluß auf den Verlauf der Entladung bleiben.

Daß die Übertragung dieses Prinzips auf die Konstruktion einer Röntgenröhre Befreiung von den launischen Einflüssen des Gasdrucks bedeuten würde, wurde mir sehr bald klar. Über meine diesbezüglichen Bemühungen und Erfolge liegen in dieser Zeitschrift zwei Publikationen vor[2]).

Der Gedanke, sich vom Gasdrucke unabhängig zu machen, ist nun meiner und der Coolidgeschen Konstruktion gemeinsam. In der Tat charakterisiert Lewis Gregory Cole in seiner amerikanischen Publikation[3]) die Coolidgeröhre dahin, daß **vor** ihrer Bekanntmachung alle Röntgenröhren grundsätzlich gleich gewesen wären, indem nämlich ihre Strahlung durch die Einstellung ihres Vakuums gegeben gewesen wäre. Ich brauche nach dem Vorausgeschickten kaum besonders hervorzuheben, daß diese Behauptung recht eigentlich für meine zwei Jahre früher demonstrierte Konstruktion, und nicht für die Coolidgeröhre zutrifft. In der Tat hat Herr Cole die obige Charakterisierung der Coolidgeröhre in der späteren[4]) deutschen Übersetzung seiner Publikation unterlassen.

Das Bestreben, eine vom Gasdruck unabhängig arbeitende Röhre zu schaffen, ist jedoch nicht das einzige meinen und den Coolidgeschen Arbeiten gemeinsame Merkmal. Auch die Benutzung einer auf hohe Temperatur geheizten Elektrode zu diesem Zwecke ist beiden Konstruktionen gemeinsam.

Verschieden ist nur die Art, wie diese Glühelektrode von mir und Coolidge benutzt wird. Coolidge verwendet sie in einer von Wehnelt und Trenkle[5]) nahegelegten — allerdings von diesen Autoren nur für extrem weiche Strahlung und relativ hohen Gasdruck ver-

---

[1]) Angeführt und zum Teile zusammengefaßt sind diese Arbeiten in den beiden Publikationen: J. E. Lilienfeld, Ann. d. Physik, 32 (1910), S. 673—738; 43 (1914), S. 24—46.

[2]) J. E. Lilienfeld und W. J. Rosenthal, XVIII (1912), S. 256—263, Tafel XVII; W. J. Rosenthal, XX (1913), S. 458, Tafel XXII.

[3]) Lewis Gregory Cole, The American Journal of Roentgenology, I (1914), S. 125. Eine Erwiderung hierauf habe ich im April 1914 der Redaktion des nämlichen Blattes übermittelt.

[4]) Diese „Fortschritte“, XXIII (1914), S. 29.

[5]) Wehnelt und Trenkle, Ann. d. Phys. (1906).

wirklichten — Weise als Kathode seines Röntgenrohres. Im Gegensatze hierzu leite ich in neuartiger Weise von der Glühelektrode eine Hilfsentladung ein vermittelst einer Hilfsspannung die unabhängig von der eigentlichen Röntgenspannung reguliert wird.

Die Gründe, die mich veranlaßt haben, diese Hilfsspannung einzuführen, sind sehr schwerwiegender Natur. Die Darlegung dieser Gründe gehört jedoch nicht hierher, und bleibt einer späteren Publikation vorbehalten.

II.

Die von Herrn Coolidge gegen mich gerichteten sachlichen Äußerungen sind zweifacher Natur.

a) Einerseits ist es die Behauptung, mein Vakuum wäre unzulänglich. Dieser Vorwurf wird auch von Irving Langumir[1]) in einer Arbeit erhoben, welche unter Verwendung der nämlichen Pumpbehelfe in dem Laboratorium der General Electric Company angefertigt ist, wie die Coolidgeschen Untersuchungen und auch wohl gleichzeitig mit diesen. Nun konnte ich auf Grund der von Langumir angegebenen Zahlen beweisen[2]), daß das zurzeit in der Pumpanlage der General Electric Company erzielte Vakuum weniger hoch war, als das von mir erreichte. Anderes war auch eigentlich nicht zu erwarten, da mir die tiefsten Temperaturen (bis zum Gefrierpunkt des flüssigen Wasserstoffs) im Physikalischen Institut der Universität Leipzig für Vakuumzwecke zur Verfügung stehen. — Dem gegenüber entbehrt aber die Behauptung von Coolidge, meine Röhren wären nicht genügend entgast gewesen, jeder tatsächlichen Begründung. Herr Coolidge hat niemals eine von mir angefertigte Röhre untersucht.

Ich habe in Wirklichkeit die Metallmassen meiner Röhren — was ja selbstverständlich ist — nahe an der Schmelztemperatur der einzelnen Elektroden entgast. Beim Betriebe bleiben meine Elektroden jedoch um Hunderte von Graden unterhalb ihrer Pumptemperatur, da sie im praktischen Gebrauche noch nicht annähernd auf diese Temperatur erwärmt werden können. Dasselbe gilt in noch höherem Maße von den Glaswänden.

Entgast man aber nahe bei der Schmelztemperatur, und verhütet absolut beim Gebrauche eine ebenso hohe Erwärmung des Röhrenmaterials, so hat man sichere Gewähr für ein hohes Vakuum. Hiermit aber auch für einen guten Erfolg, wie ihn die Tafel XVII des XVIII. Jahrgangs (1912) sowie Tafel XXII des XX. Jahrgangs (1913) dieser „Fortschritte" widerspiegeln.

b) Andererseits meint aber Herr Coolidge, ich hätte das Arbeiten mit meiner Röhre auf die Anwesenheit von Ionen gegründet. Da ich stets bemüht war, die geringe Rolle, die das Gas in der Hochvakuumsentladung spielt, darzutun (vgl. das eingangs erwähnte), und in der Tat diese Erkenntnis in ihrer Wichtigkeit hoch über alle die anderen Ergebnisse meiner Arbeiten gestellt habe, ist es mir schlechterdings unbegreiflich, wie Herr Coolidge eine solche Behauptung aufstellen kann. Ich habe nicht nur in den obengenannten Publikationen über Hochvakuumsentladung sämtliche **gegen** die Anwesenheit von Ionen sprechenden Gründe sorgfältig festgelegt; auch in den Arbeiten über meine Röntgenröhre ist mehrmals[3]) eindringlichst darauf hingewiesen, daß hier die Abwesenheit der Ionen Abwesenheit der Zerstäubung bedinge.

Ich spreche in meinen Arbeiten allerdings von dem Vorhandensein positiver Ladungen im extremen Vakuum; mache aber gleichzeitig die Gründe gegen die Annahme ihrer ionischen Natur geltend, und meine, wenn ihre Existenz auch mathematisch streng[4]) erwiesen sei, stehe hinsichtlich ihrer Natur nur einiges wenige fest. Es ist dabei von mir stets klar formuliert[5])

---

[1]) Irving Langumir, The Physical Review. Dezember 1913.
[2]) J. E. Lilienfeld, The Physical Review. Mai 1914.
[3]) Diese „Fortschritte" XVIII (1911), S. 258 a) und b); S. 263, 6.
[4]) J. E. Lilienfeld, Ann. d. Phys., 43 (1914). S. 40—42.
[5]) Vgl. z. B. die Zusammenfassung Ann. d. Phys. 32 (1910). S. 737—738.

worden, daß diese positiven Ladungen erst auftreten, wenn die Raumdichte der negativen Elektronen einen gewissen Grenzwert überschritten hat. Unterhalb dieses Grenzwertes gibt es wohl eine unipolare Leitung, und so ist es wiederum unbegreiflich, wieso Herr Coolidge behaupten kann, meiner Ansicht nach existiere überhaupt keine von den (negativen) Elektronen allein[1]) transportierte Entladung.

Leipzig, Physikalisches Institut der Universität, Juni 1914.

Aus dem Zentral-Röntgeninstitute des Kaiser-Jubiläumsspitales der Stadt Wien.
Vorstand Dr. A. Schönfeld.

Tiefentherapie mit dem Hochspannungsgleichrichter.

Von

Dr. A. Schönfeld.

Immer größer wird in der Medizin das Indikationsgebiet für die Tiefentherapie, immer allgemeiner wird sowohl bei praktischen Ärzten als auch beim Publikum die Anerkennung der den Fachröntgenologen schon längere Zeit bekannten günstigen Wirkungen auf tiefliegende Organe.

Das Bestreben, tiefere Gewebeschichten therapeutisch beeinflussen zu können, brachte es mit sich, daß alle Firmen, die sich mit der Herstellung von Röntgenapparaten befassen, neue Typen konstruierten, die alle nur den Zweck verfolgten, die Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen so günstig als möglich zu gestalten.

Die alten Induktoren wurden umkonstruiert, längst vergessene Unterbrecbertypen wurden wieder hervorgeholt und verbessert.

Auch die Gleichrichterapparate, die den Induktor schon überall als Aufnahmsapparat zu verdrängen beginnen, versuchte man für Tiefentherapie einzurichten.

Keiner der beiden Hochspannungsapparate, Induktor sowohl wie Gleichrichter war ohne weiteres für die Tiefentherapie besonders günstig.

Man sieht auch jetzt wieder denselben Weg einschlagen, den die Röntgentechnik in den vergangenen Jahren auch betreffs der Aufnahmsapparate durchgemacht hat.

Auf dem Umweg über den Induktor wird man auch hier auf den Gleichrichter kommen, wenngleich seine Form etwas modifiziert werden muß.

Um aber zu verstehen, worauf es bei der Tiefentherapie vor allem ankommt, muß man imstande sein, alle Erscheinungen während des Betriebes analysieren zu können.

Bekanntlich entstehen die Röntgenstrahlen dadurch auf der Antikathode, daß freie negative Elektrizität, die sogenannten Kathodenstrahlen, auf dieselbe mit verschiedener, aber stets sehr großer Geschwindigkeit aufprallen.

Die Strahlen durchdringen je nach ihrer Penetrationskraft die Gewebe und werden in verschiedener Tiefe schließlich absorbiert.

Hauptsächlich diese absorbierten Strahlen bringen irgendeine biologische Wirkung hervor. Diese ist um so größer, je mehr solcher Strahlen in einem Gewebevolumen von bestimmter Größe absorbiert werden. Wie weit die im Gewebe entstehende sekundäre Strahlung an der biologischen Wirkung beteiligt ist, entzieht sich derzeit noch unserer Kenntnis.

Anders verhält es sich mit der Wirkung der Strahlen auf lichtempfindliche Platten oder photographisches Papier und auf den Leuchtschirm. Hier bringen alle die Strahlen eine Wirkung hervor, die in dem vorgelegten Stoff oder Gewebe nicht absorbiert worden sind. Die Schwärzung der photographischen Salze und die Intensität des Leuchtschirmlichtes richtet sich nach der Menge der durchgegangenen resp. durchgehenden Strahlen.

[1]) Diese „Fortschritte“ XXII (1914). S. 19.

Was mit ihnen in der Tiefe geschieht, ist in diesen Fällen, da nur die Gesamtdosis gemessen wird, nicht ohne weiteres erkennbar. Es ist die mit den Quantimetern gemessene sogenannte Oberflächendosis nur ein Maßstab für die Gesamtmenge der Röntgenstrahlen, wobei es gleichgültig ist, in welcher Tiefe diese absorbiert werden.

Nun sendet aber jede Röhre bekanntlich Strahlen verschiedener Penetrationskraft aus.

Um festzustellen, wieviel Röntgenstrahlen in den verschieden tiefen Gewebeschichten zur Absorption kommen oder wie das Strahlengemisch beschaffen ist, wurden Kienböckstreifen durch verschieden starke Filter von Aluminium bestrahlt und so die Dosen in verschiedenen Tiefen bestimmt. Um die Meßwerte genauer ablesen zu können und die Röhren nicht zu lange betreiben zu müssen, nahmen wir statt der Quantimeterstreifen später photographische Glasplatten und fertigten eine Skala an, ähnlich der Kienböckschen Papierskala, jedoch mit vielmehr Abstufungen. Erstens schonten wir dadurch die Röhren, die viel konstanter blieben, zweitens konnte man mit Hilfe eines Selenphotometers die Werte viel genauer ablesen.

Dieses Strahlungsgemisch richtet sich nun im allgemeinen nach der Stromstärke, nach der Spannung an den beiden Polen der Röhre und nach der Kurvenform des Stromes.

Schon seit langem benützte man die elektrischen Größen, Stromstärke und Spannung als Masse für den Röntgeneffekt.

Das Milliampèremeter, das uns indirekt Aufschluß über die jeweilige Röntgenstrahlenmenge geben soll, hat sich recht gut eingebürgert, weil seine Angaben für ein und dasselbe Instrumentarium für die Praxis bei richtiger Anwendungsweise genügend exakt sind.

Anders verhält es sich mit der Anwendung des Voltmeters als Härtemesser.

Alle nach dem Prinzipe der Spannungsmesser gebauten Härtemesser haben leider in ihrer technischen Ausführung verschiedene Nachteile.

Das Sklerometer nach Klingelfuß zeigt uns die mittlere Spannung, die, wie die nachfolgende Erörterung beweisen wird, in der Tiefentherapie von untergeordneter Bedeutung ist.

Das Qualimeter nach Bauer zeigt zwar bei hoher Frequenz, das ist mindestens 50 pro Sekunde noch annähernd praktisch brauchbar den Spitzenwert an, jedoch bei niedriger Frequenz sind seine Angaben nur von relativem Wert.

Die Messungen der elektrischen Strommengen in Milliampère sind allerdings ebensowenig wie die der Spannung ohne weiteres absolute Messungen der Röntgenstrahlenmenge und Härte, denn ein durch die Röntgenröhre gehender Strom von beispielsweise 1 Milliampère würde uns nur anzeigen, daß pro Sekunde von der Kathode zur Anode 8.7×10^{15} Elektronen übergehen.

Würden alle diese Elektronen als Kathodenstrahlen auf der Antikathode auftreffen, so wäre 1 Milliampère ein genaues Maß für diese bestimmte Kathodenstrahlenmenge. Tatsächlich gelangt aber nur ein ganz unbestimmter Teil der Kathodenstrahlen auf die Antikathode, ein anderer geht bei der Ionisierung der Gasteilchen usw. verloren.

Aber auch nicht alle auftreffenden Kathodenstrahlen erzeugen Röntgenstrahlen, sondern wieder nur ein unbestimmter Bruchteil derselben, denn:

Die Ausbeute an Röntgenstrahlen ist um so besser:

Erstens, je dichter das Antikathodenmetall,

zweitens, je kleiner der Brennpunkt, mit andern Worten, je dichter das Kathodenstrahlenbündel ist,

drittens, je höher die Röhre belastet wird und

viertens, je weniger die Glaswand der Röhre Strahlen absorbiert.

Daraus geht notwendig hervor, daß es günstiger ist, mit gleichen oder wenigstens ähnlichen Röhren zu arbeiten, da hierbei schon zwei Punkte irrelevant werden.

Ebenso wichtig als die Strommengenmessung wäre für die Tiefentherapie eine entsprechende Spannungsmessung, da Spannung und Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen proportional sind und nach der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen sich die Penetrationsfähigkeit der Röntgenstrahlen richtet.



Auch die Fehler, die durch verschiedenes Antikathodenmaterial, Größe des Brennpunktes, verschiedene Belastung und die Glaswand entstehen, sind für die Härtemessung von viel untergeordneterer Bedeutung, als bei der Mengenmessung.

Um die in Wirklichkeit sehr komplizierten Verhältnisse im Röntgenbetriebe, insbesondere die Abhängigkeit des Strahlengemisches von der Betriebsart genau verstehen zu können, wollen wir vorerst annehmen, durch die Röhre solle ein Gleichstrom fließen und sie selbst sei ein konstanter Widerstand. Wir müßten nach dem Ohmschen Gesetz $i = \frac{E}{W}$ die Spannung erhöhen, um eine höhere Stromstärke durch die Röhre von gleichbleibendem Widerstand schicken zu können.

Es würde dann mit jeder Strommengenvermehrung auch eine Spannungserhöhung und Penetrationssteigerung der Röntgenstrahlen einhergehen.

In der Praxis kann man jedoch nie einen Gleichstrom zum Betriebe von Röntgenröhren verwenden, und zwar aus folgenden Gründen:

1. ist es technisch sehr schwer, so hochgespannten Gleichstrom zu erzeugen,
2. würde der Widerstand der Röhre durch die andauernde Ionisierung des in der Röhre enthaltenen Gases sofort sehr stark sinken,
3. hätte die auf der Antikathode sich entwickelnde Wärme keine Zeit, durch das dahinterliegende Wärmeleitungsmaterial abgeleitet werden zu können.

Tatsächlich gehen bei jedem Röntgenapparat nur Stromstöße gleicher Richtung durch die Röhre, und diese Stromstöße sind bei verschiedenen Betriebsarten verschieden.

Zur besseren Veranschaulichung dieser Betriebsweisen und deren Wertschätzung kann man sich diese Stromstöße in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge leicht graphisch darstellen, indem man die Zeit auf einer Abszisse und die Spannung resp. die Stromstärke auf einer Ordinate aufträgt.

Verbindet man die gefundenen Punkte miteinander, so erhält man Linien, die die Techniker als Stromkurven resp. Spannungskurven bezeichnen.

Sehen wir von den bereits vorhin erwähnten Verlusten ab, so müßten dann stets in den jeweiligen Zeiten die Röntgenstrahlenmenge und die Stromstärke proportional sein.

Wie sich die dazugehörige Spannungskurve zum Härtegemisch verhält, möge in folgendem erklärt werden. Dieses Verhältnis ist ein zweifaches:

Erstens sendet die Röhre in jedem Moment ein Gemisch aus, dessen penetranteste Strahlung proportional der Spannung in diesem Momente ist.

Zweitens ändert sich dieses Gemisch mit der Größe der zeitlich ablaufenden Spannungswerte.

Für unsere Betrachtung, die sich nur darauf bezieht, festzustellen, welche Kurvenform uns die für die Tiefentherapie günstige Strahlung liefert, kommt nur die in Punkt 2 enthaltene praktisch mögliche Variabilität des Strahlengemisches in Frage.

Dieses Gemisch nun ist wieder recht verschieden nach der Art des Betriebes, zumal, da man es bei allen Apparaten in der Hand hat, die sekundäre Spannungskurve, und auf diese allein kommt es ja an, mehr oder weniger günstig zu beeinflussen.

In welchem Zusammenhang die Kurvenform und das Strahlengemisch mit den Angaben unserer gewöhnlich verwendeten Meßinstrumente stehen, soll nun erörtert werden.

1. Der Halbwertschichtmesser nach Christen zeigt uns an, wie stark ein Filter vom spezifischen Gewicht I sein muß, um die halbe Röntgenstrahlenmenge zu absorbieren. Diese Angaben stehen jedoch, wie auch unsere Versuche bestätigen, in keinem absoluten Zusammenhang mit der eigentlichen Durchdringungskraft, sondern können nur in Ermanglung von etwas besserem bei ein und derselben Betriebsweise als Maß für die Penetrationskraft angewendet werden, weil sie sich in diesem Falle proportional mit der Durchdringungskraft ändern.

2. Das Milliampèremeter zeigt die Stromstärke an. Da wir es aber nie mit reinem Gleichstrom zu tun haben, sollte es eigentlich beständig zwischen dem Nullpunkt und dem



maximalen Werte auf und ab schwanken, da ja die Stromstärke in der Röhre beständig zwischen diesen beiden Punkten sich auf und ab bewegt. Infolge seiner Trägheit und der Gegenkraft der Feder tut dies das Milliampèremeter nicht, sondern stellt sich auf einen bestimmten Wert ein. Dieser Wert ist die mittlere Stromstärke.

3. Die Glimmlichtröhre besteht aus zwei durch einen kleinen Zwischenraum getrennten, sich gegenüberstehenden Drähten, welche in einer Vakuumröhre eingeschmolzen sind. Diese ist mit der Röhre und dem Milliampèremeter hintereinander in den sekundären Stromkreis eingeschlossen. An den beiden einander zugekehrten Drahtenden der Glimmlichtröhre treten nun beim Stromdurchgang Glimmererscheinungen auf, deren Länge proportional der Stromstärke ist. Diese Glimmererscheinung zeigt sich nur an der Kathode und nur auf einer Seite, wenn ein Gleichstrom sie durchfließt. Sie kann daher auch das Vorhandensein von Schließungslicht erkennen lassen.

Arbeitet man nicht mit kontinuierlichem, sondern mit pulsierendem Gleichstrom, wie er sowohl beim Gleichstromunterbrecher als auch beim Wechselstromgleichrichter sekundär entsteht, so schwankt eigentlich sowohl Stromstärke als Spannung beständig. Das Glimmlicht sollte unserem Auge bald größer, bald kleiner erscheinen. Da unsere Netzhaut die raschen Schwankungen nicht zu erkennen vermag, glauben wir ein gleichmäßiges Licht zu sehen.

Durch verschiedene Apparate ist es uns aber möglich, diese Schwankungen festzuhalten. Man hat dadurch Kurven bekommen, die man sekundäre Stromkurven nennt, und die beiläufig das Aussehen wie in Figur 1 haben. In dieser sind die Zeiten horizontal aufgetragen und die Stromstärken in den zugehörigen Zeiten senkrecht eingezeichnet.

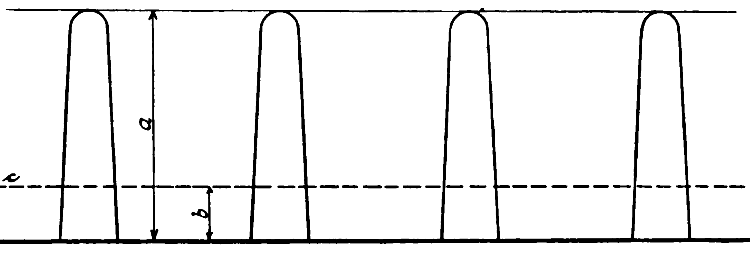


Fig. 1.

Die Strecke b ist die vom MA-Meter angezeigte mittlere Stromstärke, wobei die von der strichlierten Linie c und der Nullinie begrenzte Fläche gleich der Summe der Kurvenflächen ist.

Mit freiem Auge betrachtet, zeigt uns die Glimmlichtröhre die Größe der höchsten Stromstärke, welche durch die Röhre geht, und das ist die in der Kurve mit a bezeichnete Strecke.

Würden wir nun annehmen, daß der Widerstand der Röhre konstant bleibt, so würde dann auch die Spannungskurve eine ähnliche Gestalt haben. Wir wollen dies der Einfachheit halber, ohne einen großen Fehler zu begehen, auch für die nächstfolgenden Betrachtungen annehmen.

Da wir, wie vorher bereits ausgeführt, wissen, daß auch stets Spannung und Röhrenhärte proportional sind, wird sich die Härte der Strahlen fortwährend proportional der Spannungskurve ändern, d. h., daß die Röntgenstrahlen zu verschiedenen Zeiten verschieden tief in den Körper eindringen. In der graphischen Darstellung würde man also auch eine ganz ähnlich geformte Kurve erhalten, wie es die Spannungskurve ist. Hier bedeutet die Entfernung der Kurve von der Nullinie die jeweilige Eindringungstiefe, vorausgesetzt natürlich, daß die Dichte des Körpers überall gleich ist.

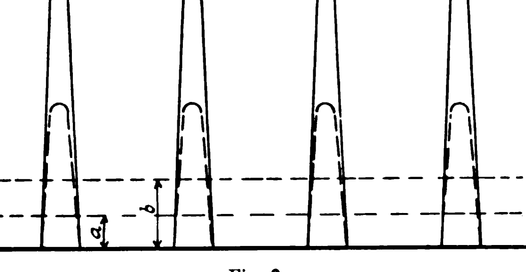


Fig. 2.

Was tun wir nun, wenn wir eine Röhre mehr oder weniger belasten?

Nehmen wir an, das Milliampèremeter zeigt uns den in Figur 2 mit a bezeichneten Ausschlag als mittleren Wert für die Stromstärke. Die dazu nötige Kurvenform wäre durch die strichlierten Spitzen markiert.

Erhöhen wir nun die Belastung, bis uns das Milliampèremeter den Ausschlag b zeigt, so wird die Kurve die mit ausgezogenen Linien bezeichnete Form annehmen, d. h. es ist notwendig, die Spannung zu erhöhen, um mehr Strom durch die Röhre zu bekommen. Die Röhre erscheint härter.

a) Es bedeutet also Belastungserhöhung gleichzeitig Härterwerden der Röhrenstrahlung.

b) Wir besitzen auch noch ein anderes Mittel, die Strahlenhärte zu ändern, und dies geschieht durch die Änderung der Frequenz.

Beim Quecksilberunterbrecher wird dies einfach dadurch besorgt, daß man den Motor rascher resp. langsamer laufen läßt.

Belastet man eine Röhre bei mittlerer Unterbrechungszahl mit einer bestimmten Milliampèrezahl, so erhält man zunächst ein Diagramm vom Aussehen der gestrichelten Kurve.

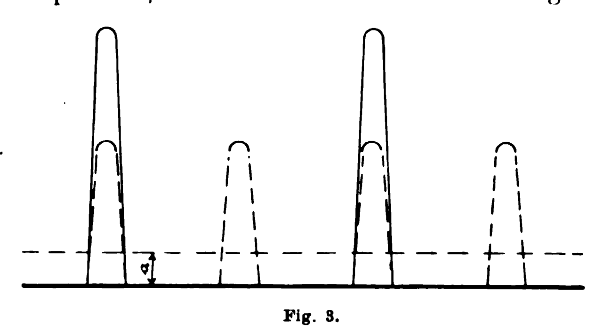


Fig. 3.

Jetzt verringern wir (Fig. 3) die Frequenz auf die Hälfte und stellen dieselbe Milliampèrezahl wieder her und erreichen dadurch, daß die Zahl der Zacken infolge der geringeren Unterbrechungszahl zwar abnimmt, daß diese aber höher wird, da ja die Milliampèrezahl die gleiche geblieben ist. (Ausgezogene Kurve.)

Die Röhre erscheint also um so weicher, je höher und um so härter, je niedriger bei gleicher Belastung die Frequenz ist.

c) Eine dritte Möglichkeit, das Röntgenstrahlengemisch zu variieren, liegt in der Änderung der Zeitdauer der einzelnen Stromstöße, und zwar werden naturgemäß bei gleicher Belastung die Strahlen um so härter, je kürzer, und um so weicher, je länger die einzelnen Stromstöße sind; dabei kommt außerdem noch schwerwiegend in Betracht, daß das Gas in der Röhre um so stärker ionisiert wird, d. h. ihr Widerstand nach dem ersten Moment des Aufleuchtens sinkt, je länger der Stromstoß dauert.

Man kann also die für die Tiefentherapie nötigen harten Strahlungen erzeugen:

1. durch Belastungserhöhung,
2. durch Herabsetzung der Frequenz und
3. durch möglichst kurze Impulse.

Wie hat man nun bei der Konstruktion von Tiefentherapieapparaten diese drei Möglichkeiten in der Praxis angewendet?

Zunächst verwendete man Induktoren und Hochspannungsgleichrichter ohne weiteres für Tiefentherapiebetrieb und hoffte durch Verwendung von Röhren mit hohem Vakuum den Tiefeneffekt zu steigern. Die Erwartungen trafen jedoch insbesondere beim Hochspannungsgleichrichter nicht zu, da bei diesem

1. wegen der Länge der einzelnen Stöße und der damit verbundenen starken Röhrenionisierung viel weiche Strahlen erzeugt werden und
2. weil sich infolge der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen Stromstöße die auf der Antikathode aufgespeicherte Wärmemenge nicht so rasch ableiten ließ, um die Röhre konstant zu erhalten.

Zuerst versuchte man den zweiten Übelstand dadurch zu entfernen, daß man mit Hilfe eines in den primären Stromkreis eingeschalteten Quecksilbertauchkontaktes, des sogenannten Rhythmeurs, nach einer Folge mehrerer Stromstöße längere Erholungspausen einschaltete. Die Röhren hielten sich etwas besser; der gewünschte Effekt wurde aber dadurch keineswegs voll erreicht, da ja die Röhre außerhalb der Pausen trotzdem noch mit hoher Frequenz arbeitete und außerdem die einzelnen Stromstöße in ihrer Länge nicht geändert wurden.

Andere betraten hierauf einen besseren Weg, indem sie ihre Gleichrichterapparate so einrichteten, daß sie auch nur mit 25 Stromstößen pro Sekunde arbeiten konnten.

Ließ man nämlich einen Gleichrichter mit 50 Impulsen arbeiten und betrachtete die entstehende Kurve und beurteilte sie nach den oben erörterten Auseinandersetzungen, so sah man auf den ersten Blick, daß die einzelnen Stromstöße langandauernd waren, einander knapp folgten und eine Form aufwiesen, die uns ein hartes Strahlungsgemisch nicht gewährleistete; der Mittelwert der Stromstärke ist hoch, das heißt, das Milliampèremeter gibt einen starken Ausschlag, aber die Tiefenwirkung im Verhältnis zur Oberflächendosis ist relativ gering.

Man kann nun eine Erniedrigung der Frequenz einfach dadurch erreichen, daß man aus den aufeinanderfolgenden hochgespannten Impulsen nur jeden vierten herausgreift und der Röhre zuführt.

Durch dieses Vorgehen blieb aber noch stets während der Pause eine hohe Potentialdifferenz an den beiden Polen des Hochspannungsapparates bestehen, die der Isolierung gefährlich werden konnte.

Man hat sich daher bemüht, entweder durch Einschaltung eines parallelen Hochspannungswiderstandes einen Ausgleich der Spannung in der Pause herbeizuführen, oder durch eine zwischengewickelte sogenannte Schirmwicklung, die über einen Widerstand durch einen Kollektor kurz geschaltet wurde, die Spannung aufzuheben.

Die primären Apparatteile mußten infolgedessen stärker dimensioniert werden, wollte man nicht eine schädliche Erwärmung bei Dauerbetrieb riskieren; auch wird mehr Strom verbraucht, als eigentlich benötigt wird, um die sekundär notwendige Energie zu erzeugen.

Der Lösung des Problems kamen diese Konstrukteure allerdings näher, ohne sie aber ganz zu erreichen, sie hatten

1. eine entsprechend niedrige Frequenz aufzuweisen, daher härtere Strahlung, und
2. konnte durch die Pause Zeit gewonnen werden, um die auf der Antikathode erzeugte Wärme abzuleiten.

Ein Konstrukteur bemühte sich auch noch, der notwendigen Bedingung zur Erzeugung harter Strahlung gerecht zu werden, nämlich die Dauer der Stromstöße zu verkürzen. Er suchte dies dadurch zu erreichen, daß er die Segmente seines Hochspannungsapparates verkürzte.

Diese Lösung hatte jedoch den erheblichen Nachteil, daß an den Segmenten lange störende Funken nachgezogen wurden, trotzdem dem Induktor ein Hochspannungswiderstand parallel geschaltet liegt, welcher ihn vor Überspannungen schützen soll.

Die Stromstoßdauer extrem kurz zu machen bei ebenfalls entsprechend niedriger Frequenz (25 pro Sekunde dürfte die günstigste sein), blieb auch trotzdem bis dahin dem Induktor in Verbindung mit einem gut gehenden Gasunterbrecher vorbehalten.

Über die Nachteile des Induktorenbetriebes auch mit den besten Quecksilberunterbrechern will ich nicht viel Worte verlieren, jeder kennt sie aus eigener Erfahrung.

1. Das Auftreten von Schließungslicht besonders bei ungünstiger Spannung,
2. die Unzuverlässigkeit des mechanischen Teiles auch der besten Quecksilberunterbrecher,
3. speziell beim Gasunterbrecher die Gefahr der Explosion.

Diese drei Bedenken einerseits, andererseits die Zuverlässigkeit und Exaktheit des Hochspannungsgleichrichters als Aufnahmeapparat veranlaßten mich, danach zu trachten, denselben derart einzurichten, daß er ebenfalls den oben aufgestellten Bedingungen, die ihn für Tiefentherapie geeignet machen, voll entspricht und natürlicherweise die Nachteile der Induktorapparate nicht besitzt, dabei aber seine universelle Anwendungsmöglichkeit, insbesondere diejenige, Schnell- und Momentaufnahmen machen zu können, nicht verliert.

Am einfachsten schien das Problem dadurch gelöst werden zu können, daß man schon primär nur so viel Strom in den Transformator gelangen lassen dürfe, als man unbedingt benötigt, während der Pausen aber den Transformator ganz entlastet. Dadurch ersparte man sich die ganz unnötige hohe Spannung während derselben mit ihrer steten Gefahr einer Schädigung der Isolation durch Erhitzung des Isolationsmaterials, durch Erwärmung des Eisenkerns und damit der Gefahr einer früheren oder späteren Vernichtung des Hochspannungsapparates.





In der technischen Durchführung gelang dies auf nachfolgende beschriebene Weise unter Benützung folgender Tatsache auch ausgezeichnet.

Läßt man nämlich durch den eisengeschlossenen Transformator des Gleichrichters, anstatt eines kontinuierlichen Wechselstromes bei jeder Umdrehung des Synchronmotors nur eine halbe Phase durchgehen, und zwar derart, daß sie im Nullpunkt eingeschaltet und im nächsten Nullpunkt auch wieder ausgeschaltet wird, so erhält man im Sekundärstromkreis einen Strom, der folgende Spannungskurve hat. Da diese mit einer Glimmlichtröhre aufgenommen wurde und jede Glimmlichtröhre doppelt zeichnet, ist ein Teil korrigiert und dieser zeigt uns den wirklichen Spannungsverlauf. Es ist außerdem bei ihr zu beachten, daß in derselben die Zeit von rechts nach links verläuft.

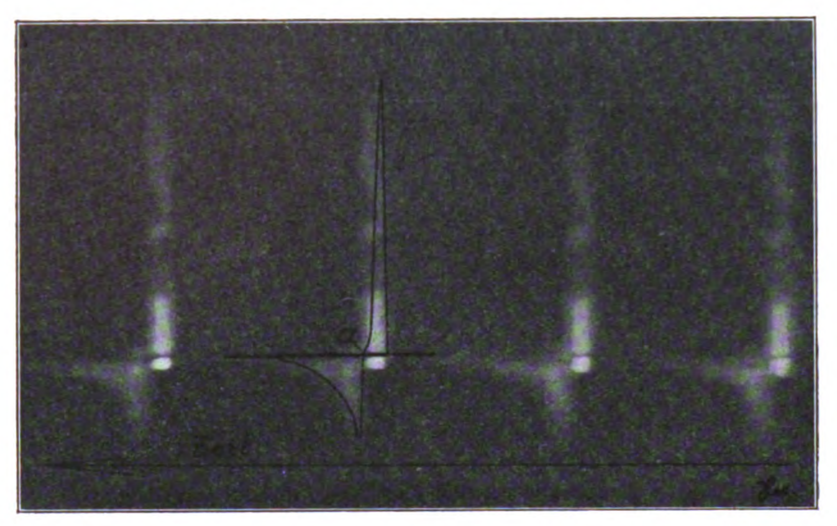


Fig. 4.

Die Umkehrung der Stromrichtung in Figur 4 mit a bezeichnet, fällt gerade in den Moment, in dem auch der Gleichrichter umschaltet, so daß wir bei Abschaltung einer Seite des Gleichrichters nur die kurzen, kräftigen Stromstöße durch die Röhre gehen lassen.

Die flachen, entgegengesetzten Stromstöße haben eine ganz geringe Spannung und lassen sich deshalb sehr leicht und ohne Gefahr abschalten. Wir haben erreicht, daß wir mit niedriger Frequenz, das ist mit 25 Stromstößen bei 50 periodigem Wechsel- oder Drehstrom arbeiten und daß wir weitaus kürzere hochgespannte Stromimpulse mit für die Tiefentherapie sehr günstiger Kurvenform durch die Röhre schicken.

Was die technische Ausführung betrifft, die ich der verdienstvollen, unermüdlichen Mitarbeit des Herrn Ingenieur Dolfi Halwa verdanke, sei hier nur kurz folgendes erwähnt:

Die Kupplung, welche den Synchronmotor mit dem Hochspannungsgleichrichter verbindet, ist in Form eines Kollektors ausgebildet, an dem zwei Kohlenbürsten schleifen, die den Strom in der gewünschten Zeit schließen und öffnen, wobei jedoch streng auf absolut funkenlosen Gang gesehen werden muß. Im gegenteiligen Falle würde der Kollektor vernichtet werden und außerdem würde dann der gewünschte Effekt nicht auftreten.

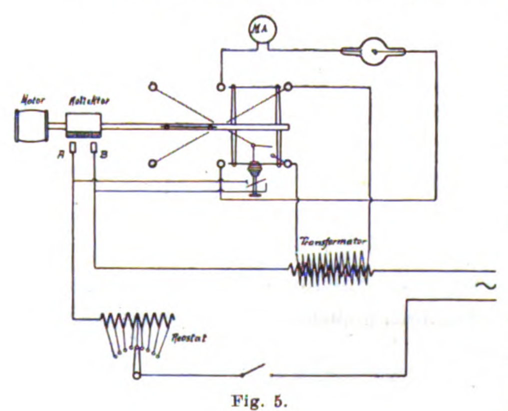


Fig. 5.

Die Schaltung zeigt folgendes Schema: (Fig. 5.) Normal ist A und B kurzgeschlossen. Wir erhalten normalen Gleichrichterbetrieb mit 100 Stromstößen pro Sekunde. Schalten wir durch einen seitlichen Hebel die eine Seite des Gleichrichters ab, so bekommen wir 50 Stromstöße. Drehen wir diesen Hebel noch weiter, so wird automatisch die Verbindung AB gelöst, wobei die eine Seite des Gleichrichters ausgeschaltet bleibt. Wir erhalten 25 kurze Stromstöße, wie sie für Tiefentherapie vorzüglich geeignet sind, denn sie haben außer ihrer Kürze noch, wie die Originalspannungskurve Fig. 4 zeigt, die Eigentümlichkeit, daß sie zu Beginn, also noch bevor die

Röhre ionisiert ist, die höchste Stromstärke und Spannung aufweisen, daß sie uns also im günstigsten Moment die meisten Strahlen liefern. Gegen das Ende zu wird die Stromstärke recht gering, wir erhalten auch deshalb gegenüber jedem anderen Betriebe viel weniger weiche Strahlung.

Die Resultate, die ich mit dieser Einrichtung erzielte, sind wie nachstehend aufgezeichnete Kurven ersehen lassen, ganz vorzügliche. (Fig. 6.)

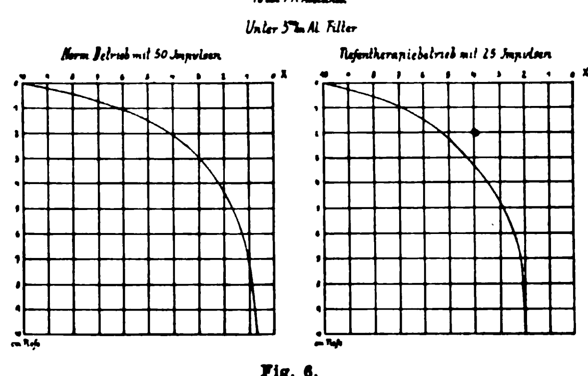


Fig. 6.

Sie zeigen, daß man bei gleicher Oberflächendosis bei der beschriebenen Betriebsweise mit 25 Stromimpulsen die dreifache Tiefendosis gegenüber normalem Betrieb mit 50 Impulsen erhält.

Die Zeitersparnis zur Erzielung derselben Oberflächendosis bei gleicher Röhrenbelastung beträgt außerdem unter 3 mm Aluminiumfilter noch 20%. Der Betrieb ist ruhig und gleichmäßig und die Röhren halten sich ausgezeichnet.

Dasselbe Prinzip wurde bei einem meiner Apparate dazu verwendet, um 2 Röhren gleichzeitig zwecks Tiefentherapie zu betreiben.

Unterschiede in der Röhrenhärte haben dabei gar nichts zu sagen, da die Stromenergie für jede Röhre primär separat reguliert werden kann. Dazu kann einfach auch derselbe Widerstand im Schalttisch, aber wie im nachfolgenden Schaltschema ersichtlich mit 2 Regulierkurbeln verbunden, benützt werden. (Fig. 7.)

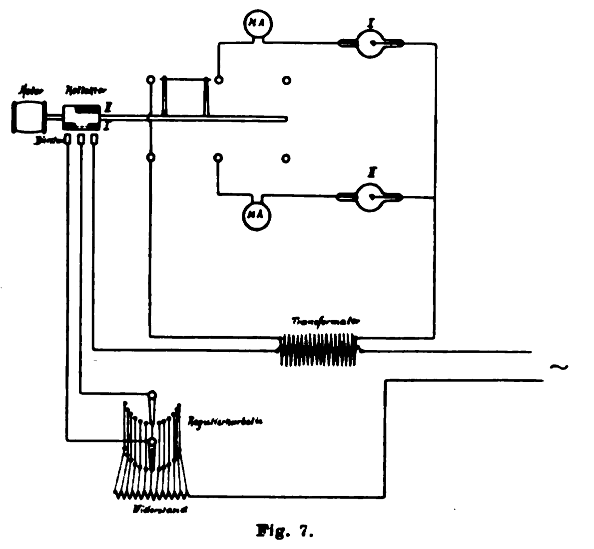


Fig. 7.

Es geht hier abwechselnd immer ein kurzer Stromstoß durch die eine, und der nächste durch die andere Röhre, jede von beiden erhält also 25 pro Sekunde. Dieser Apparat arbeitet vollkommen funkenfrei und ohne Störung bereits 6 Monate. Die medizinischen Erfolge lassen nichts zu wünschen übrig.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß vorher beschriebene Einrichtung von der Firma Siemens & Halske A.-G. Wien erzeugt wird und ohne weiteres an jedem S. & H.-Gleichrichter noch nachträglich angebracht werden kann.

Über Sekundärstrahlen und Sekundärstrahlentherapie.

Von

Dr. G. Grossmann, Charlottenburg.

Die Aufgabe, durch Röntgenstrahlen in tiefliegenden Organen eine nennenswerte therapeutische Wirkung hervorzubringen, kann deshalb nicht befriedigend gelöst werden, weil es gilt, zwei einander widersprechende Bedingungen zu gleicher Zeit zu erfüllen. Damit überhaupt Röntgenstrahlenenergie in tiefliegende Körperpartien gelange, und um eine Schädigung der äußeren Körperpartien zu verhüten, muß man mit einer penetranten Röntgenstrahlung

operieren, und zwar mit einer um so durchdringenderen, je tiefer das zu behandelnde Organ liegt. Da aber eine therapeutische Wirkung im Körper nur dann zustande kommen kann, wenn von ihm Röntgenstrahlenenergie absorbiert wird, und da die biologische Wirkung mit der Menge der absorbierten Strahlenenergie wächst, so müßte man im Gegenteil bestrebt sein, eine möglichst weiche Röntgenstrahlung anzuwenden, weil von den weichen Strahlen größere Mengen im Gewebe absorbiert werden als von den harten. Da man also zwei kontradiktionäre Forderungen zu erfüllen hat, sucht man ein Kompromiß zu schließen und gelangt auf diesem Wege zu einer Lösung der gestellten Aufgabe, die wohl den Umständen gemäß günstig ist, in Wirklichkeit jedoch nur mäßige Erfolge erzielen läßt.

Um mit Röntgenstrahlen stärkere Tiefenwirkungen zu ermöglichen, hat man schon mehrfach den Versuch gemacht, von der Erscheinung der Sekundärstrahlen Gebrauch zu machen. Man führt in den zu behandelnden Körperteil oder in dessen Nähe einen Fremdkörper ein, der unter dem Einflusse der von außen her auf ihn auftreffenden primären Röntgenstrahlung zur Hergabe von Sekundärstrahlen angeregt werden und durch diese auf die benachbarten Organe lokal einwirken soll. Bei den bisher angestellten Untersuchungen dieser Art hat man die Wirkung von Silber (in fester, in pulverisierter und in kolloidaler Form), Kupfer (in kolloidaler Form), Eisen (Eisensalze) und von Wismut erprobt[1]).

Es muß an dieser Stelle auch der Untersuchungen gedacht werden, die über die biologische Wirkung außerhalb des Körpers erzeugter Sekundärstrahlen angestellt worden sind. So hat Albers-Schönberg bereits im Jahre 1910 die sekundären Glasstrahlen von Röntgenröhren und neuerdings die von Aluminium ausgesandten Sekundärstrahlen auf ihre biologische Wirkung untersucht.

Es sollen im folgenden vom physikalischen Standpunkte aus die Fragen erörtert werden, ob in tiefliegenden Organen mittels Sekundärstrahlen eine nennenswerte therapeutische Wirkung erzielt werden kann, und welche Stoffe sich hierzu am besten eignen.

Da die physikalischen Grundlagen der Sekundärstrahlentherapie im Kreise der Röntgenologen noch nicht genügend bekannt sind, so sollen vor allem die physikalischen Eigenschaften der Sekundärstrahlen und die Gesetze der Absorption der Röntgenstrahlen besprochen werden.

1. Über Sekundärstrahlen.

Von einem mit Röntgenstrahlen bestrahlten Körper gehen Strahlen verschiedener Arten aus, die man als Sekundärstrahlen zu bezeichnen pflegt. Es ist ein großes Verdienst von Barkla, in Zusammenarbeit mit Sadler und anderen den von einer Reihe verschiedener Stoffe ausgehenden Komplex von Sekundärstrahlen analysiert und die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Komponenten der Sekundärstrahlung dargetan zu haben[2]). Sie bedienten sich zu diesem Behufe einer Versuchsanordnung, wie sie in Figur 1 schematisch dargestellt ist. Aus der von der Röntgenröhre R gelieferten Röntgenstrahlung wurde mit Hilfe einer Bleiblende B ein Röntgenstrahlenkegel ausgeblendet. Von diesem konnte ein schmales Strahlenbündel in die der Röntgenröhre gegenüber angeordnete Bestrahlungskammer N eintreten. Eine zweite Bestrahlungskammer M war so angeordnet, daß sie nur eine zur Achse des primären Röntgenstrahlenkegels senkrechte Strahlung aufzunehmen imstande war.

Die in den Bestrahlungskammern durch die eindringenden Strahlen hervorgerufenen Ionisationen wurden mittels Elektrometern gemessen, wodurch ein Maß für die in die Bestrahlungskammern strömenden Energien bzw. für die Intensitäten der Strahlungen gewonnen wurden.

---

[1]) Eine Zusammenstellung dieser Arbeiten befindet sich in der Arbeit von Prof. Albers-Schönberg. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. XXI, S. 60 u. ff.

[2]) C. G. Barkla, Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, V. Bd., S. 246—324, 1908; C. G. Barkla und C. A. Sadler, Phil. Mag., **16**, S. 550—584, 1908; **17**, S. 739—760, 1909; C. G. Barkla und T. Ayres, Phil. Mag., **21**, S. 270—278, 1911; C. G. Barkla, Phil. Mag., **22**, S. 396—412, 1911; C. G. Barkla und V. Collier, Phil. Mag., **23**, S. 987—997, 1912.

Ließ man die primäre Röntgenstrahlung frei durch die Luft hindurchtreten, so kam nicht allein in der Bestrahlungskammer N unter dem Einfluß der primären Röntgenstrahlung, sondern auch in der Bestrahlungskammer M eine Ionisation zustande. Diese rührte von der Sekundärstrahlung her, die unter dem Einflusse der primären Röntgenstrahlen im Luftvolumen TUVW erzeugt wurde. Es konnte also durch Messung der in der Bestrahlungskammer M zustande kommenden Ionisation ein Maß für die in dem genannten Volumen entstehende Sekundärstrahlenenergie gewonnen werden.

Es konnte mit dieser Anordnung auch die Härte der Primärstrahlen wie auch der in die Kammer M eintretenden Sekundärstrahlen gemessen werden. Dies geschah in der Weise, daß man vor die Fenster der Bestrahlungskammern dünne Aluminiumfolien anordnete und diejenigen Ionisationen maß, die in den Kammern unter dem Einflusse der vom Aluminium hindurchgelassenen Röntgenstrahlen hervorgerufen wurden. Das Verhältnis der Ionisationen, die in einer solchen Bestrahlungskammer einmal bei freiem Eintritt der Strahlen, das andere Mal unter dem Einflusse der durch die Al-Folie gefilterten Strahlen zustande kamen, gab ein Maß für die Qualität der Strahlung.

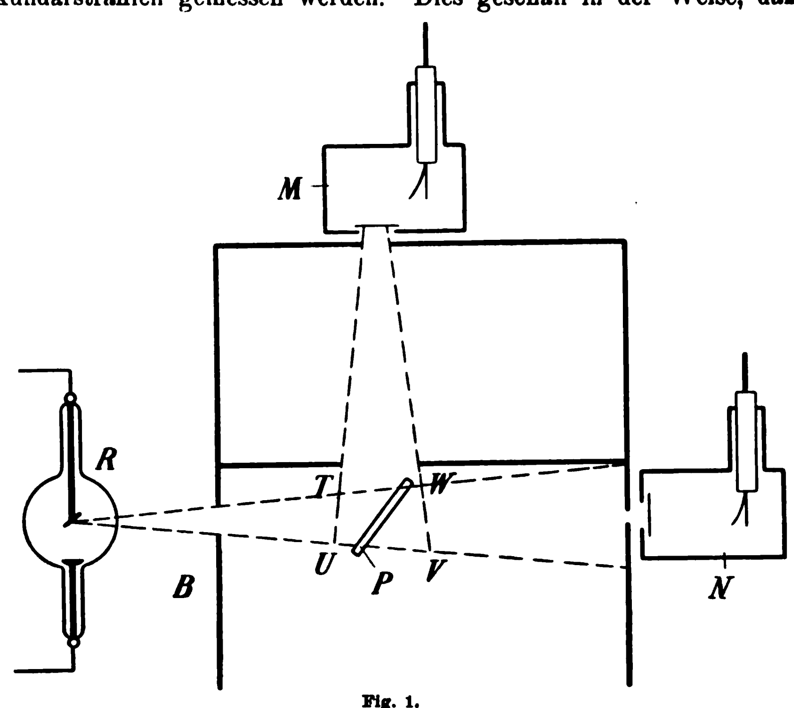


Fig. 1.

Sollte irgendein Stoff, beispielsweise Eisen, in bezug auf die Art und die Intensität seiner Sekundärstrahlung geprüft werden, so wurde eine Eisenplatte P in den Gang der primären Röntgenstrahlen gebracht und, wie in Figur 1 angedeutet ist, zur Richtung der primären Strahlen schräg angeordnet. Dann empfing die Bestrahlungskammer M von der Platte P ausgehende Sekundärstrahlen, und so konnten deren Intensität und Härte gemessen werden.

Nach Barkla besteht die von einem mit Röntgenstrahlen bestrahlten Körper ausgehende Sekundärstrahlung aus drei Komponenten:

1. Aus den „zerstreuten" Strahlen, deren physikalische Eigenschaften denjenigen der Primärstrahlen gleichkommen,
2. aus den sogenannten charakteristischen Sekundärstrahlen oder Fluoreszenzröntgenstrahlen, die ein für den bestrahlten Körper charakteristisches Penetrationsvermögen besitzen,
3. aus β-Strahlen.

Zerstreute Strahlen.

Die Strahlen der ersten Gruppe, die sogenannten zerstreuten Strahlen, stellen ein Analogon zur Lichtzerstreuung dar. Schickt man durch ein trübes Medium, z. B. durch Nebel, ein Lichtbündel, so nimmt man ein Leuchten auch in den das Lichtbündel umgebenden Nebelpartien wahr, was davon herrührt, daß innerhalb der lichtdurchfluteten Nebelsäule eine Zerstreuung der Lichtenergie nach allen Richtungen hin stattfindet. Analog wird in einem Körper, der von einem Röntgenstrahlenbündel getroffen und durchsetzt wird, die Röntgenstrahlenenergie in



den von den primären Röntgenstrahlen getroffenen Körperteilchen nach allen Richtungen hin zerstreut.

Am auffälligsten tritt die Zerstreuung der Primärstrahlung in leichten Stoffen, und zwar in solchen, deren Atomgewichte kleiner als 27 sind, in Erscheinung, weil solche Stoffe außer der zerstreuten Strahlung keine weitere sekundäre Röntgenstrahlung aussenden. Hiergegen tritt die zerstreute Strahlung in Stoffen größeren Atomgewichtes dadurch in den Hintergrund, weil außer ihr eine vielfach intensivere charakteristische Strahlung zustande kommt.

Der Prozentsatz der Primärstrahlenenergie, der in einem bestimmten Stoffe zerstreut wird, ist bei homogener Primärstrahlung von der Strahlenintensität unabhängig, d. h. die von einem Körperelement zerstreute Röntgenstrahlenenergie ist der Intensität der eintretenden Primärstrahlenenergie proportional. Je größer das Atomgewicht eines Stoffes ist, um so größer ist auch die pro Masseneinheit des Stoffes zerstreute Strahlenenergie. So z. B. wird unter Annahme einer bestimmten Intensität der primären Röntgenstrahlung in Kupfer pro Gramm eine ungefähr doppelt, in Silber eine etwa sechsmal so große Menge der Primärstrahlenenergie zerstreut wie von einem leichten Stoffe, beispielsweise Kohle. Für Stoffe vom maximalen Atomgewicht 27 gilt das Gesetz, daß pro Masseneinheit gleiche Prozentsätze der primären Strahlenenergie zerstreut werden, mit anderen Worten, daß die bei gleicher Primärstrahlenintensität pro Volumeneinheit zerstreute Strahlenmenge der Dichte des Stoffes proportional ist. So zerstreut eine Aluminiumplatte von 1 mm Dicke die gleiche Menge primärer Strahlenenergie wie eine der gleichen Strahlung ausgesetzte Wasserschicht von 2,7 mm Dicke. (Da Al eine ca. 2,7 mal größere Dichte als Wasser hat, so ist die Masse der 1 mm dicken Al-Platte gleich derjenigen einer 2,7 mm dicken Wasserschicht gleicher Flächenausdehnung.)

Als Maß des Streuungsvermögens eines Stoffes hat Barkla den sogenannten Streuungskoëffizienten eingeführt. Darunter ist die Zahl (σ) zu verstehen, mit der die Intensität I der Primärstrahlung zu multiplizieren ist, um diejenige Strahlungsenergie zu erhalten, die in einer von der Primärstrahlung senkrecht getroffenen, 1 cm dicken Platte pro cm^3 (oder von einem Prisma von 1 cm Höhe und 1 cm^2 Basisfläche) sekundlich dann zerstreut werden würde, wenn irgendeine tiefliegende Schicht der Platte (oder des Prismas) ebensoviel Energie zerstreuen würde, wie die gleichdicke Oberflächenschicht. (Diese Voraussetzung trifft in Wirklichkeit nie zu, weil in tiefer liegende Schichten nur Bruchteile der in die Platte eintretenden Strahlungsenergie gelangen und somit in tieferen Schichten pro cm^3 weniger Energie zerstreut wird, als in der auf der Inzidenzseite liegenden obersten Schicht. Daher stellt das Produkt σI ein Vielfaches derjenigen Energie dar, die von der 1 cm dicken Platte pro cm^3 in Wirklichkeit zerstreut wird. Es kann sogar ein Mehrfaches der der Platte pro Sekunde und pro Flächeneinheit zuströmenden, d. h. ein Mehrfaches der zur Verfügung stehenden Energie sein, was der Fall ist, wenn σ größer als 1 ist.) Den Streuungskoëffizienten kann man auch für ein relatives Maß derjenigen Strahlungsenergie ansehen, die von einer sehr dünnen, beispielsweise $^1/_{100000}$ mm dicken, Oberflächenschicht der senkrecht bestrahlten Platte pro cm^2 Oberfläche sekundlich zerstreut wird, wenn die Intensität der Primärstrahlung $= 1$ ist.

An Stelle des Streuungskoëffizienten σ kann man auch den Massen-Streuungskoëffizienten als Maß des Streuvermögens einführen. Dieser ist $= \frac{\sigma}{\varrho}$, wenn ϱ die Dichte des Stoffes bedeutet. $\frac{\sigma}{\varrho} I$ ist nichts anderes, als diejenige Strahlungsenergie, die von der betrachteten 1 cm dicken Platte unter den genannten Bedingungen pro Masseneinheit sekundlich zerstreut werden würde. Der Massen-Streuungskoëffizient stellt also das relative Maß für denjenigen Bruchteil der primären Strahlungsenergie dar, der von einer sehr dünnen, beispielsweise einmillionstel mm dicken, Oberflächenschicht des senkrecht bestrahlten Stoffes pro Masseneinheit zerstreut wird.

Da Stoffe kleinen Atomgewichtes pro Masseneinheit gleich viel Energie zerstreuen, so sind die Massen-Streuungskoëffizienten solcher Stoffe gleich groß.

Nach früheren Versuchen von Barkla[1]) beträgt der Massen-Streuungskoëffizient leichter Stoffe für jede beliebige Strahlenqualität 0,2. Demnach würde eine Luftschicht von 1 cm Dicke $^1/_{4000}$, eine Wasserschicht von 1 cm Dicke $^1/_5$ der eintretenden primären Strahlenenergie zerstreuen, wenn die Intensität der Strahlung in tieferen Schichten die gleiche wäre, wie auf der Oberfläche. Dies scheint jedoch nur für Primärstrahlen geringer oder mittlerer Härte zu gelten. Auf Grund neuerer mit sehr harten Primärstrahlen (solchen von mehr als 3 mm Aluminiumhalbwertschicht) vorgenommenen Versuche steht Barkla heute auf dem Standpunkt, daß die Zerstreuung mit wachsender Härte der Primärstrahlung zunimmt und daß der Massen-Streuungskoëffizient der Weichteile des menschlichen Körpers bei Anwendung sehr harter Primärstrahlen 0,7 bis 0,9 betragen kann.

Die Zerstreuung der Primärstrahlung findet nicht nach allen Richtungen des Raumes hin gleichförmig statt. Wie Barkla[2]) gefunden hat, ist die Intensität I_z der zerstreuten Röntgenstrahlenenergie in Richtung der Primärstrahlung und in entgegengesetzter Richtung ungefähr doppelt so groß als die Intensität der senkrecht zur Richtung der Primärstrahlung gestreuten Strahlenenergie (Fig. 2). Zu einem anderen Resultat ist Crowther[3]) gelangt. Er gibt für die Intensitätsverteilung der zerstreuten Röntgenstrahlen innerhalb einer durch den Primärstrahl hindurchgelegten Ebene die in Figur 3 dargestellte Kurve an. Danach beträgt die in Richtung der Primärstrahlung gestreute Strahlenenergie ein großes Vielfache der in entgegengesetzter und in zur Strahlenrichtung senkrechter Richtung gestreuten Energie.

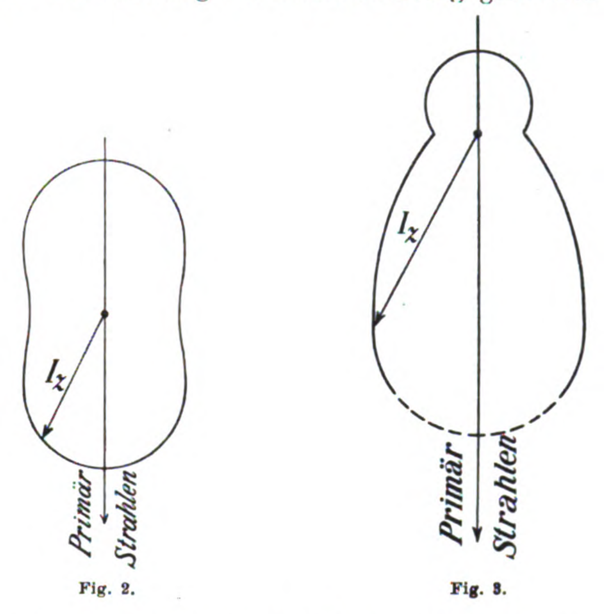


Fig. 2. Fig. 3.

Ist ein Körper, in dem die Röntgenstrahlenenergie in starkem Maße zerstreut wird, von einem Röntgenstrahlenbündel durchsetzt, so wird ein Teil jener Strahlenenergie, die von dem durchstrahlten Körperteil im zur Primärstrahlung entgegengesetzten Sinn gestreut wird, aus dem eingedrungenen Strahlung wieder zurück. Ein zweiter Teil der den Körper durchsetzenden Körper heraustreten, d. h. der Körper strahlt auf der Inzidenzseite einen Teil der in ihn Röntgenstrahlenenergie wird aus den vom Primärstrahlenbündel durchsetzten Körperpartien in die diese seitlich umgebenden Körperteile ausgestrahlt, während ein dritter Teil in Richtung der Primärstrahlung gestreut wird. Die zwei ersten Teile der zerstreuten Energie gehen für die von den Primärstrahlen durchsetzten tiefer liegenden Körperpartien in ähnlicher Weise verloren, wie die in den oberen Schichten absorbierte Röntgenstrahlenenergie. Die Strahlenzerstreuung hat also in bezug auf die tiefer liegenden Schichten die gleiche Wirkung wie die Absorption der Röntgenstrahlen, so daß man den Effekt der Strahlenzerstreuung in bezug auf die Tiefenwirkung als eine vermehrte Absorption auffassen kann. Man kann daher bei Stoffen geringen Atomgewichtes neben dem wahren Absorptionsvermögen noch von einem durch die Strahlenzerstreuung vermehrten, sogenannten scheinbaren Absorptionsvermögen sprechen.

Die durch die seitliche und die Rückstrahlung der Röntgenstrahlen bedingte Vergrößerung

[1]) C. G. Barkla, Phil. Mag. 1904, Mai, S. 553—565; C. G. Barkla und C. A. Sadler, Phil. Mag., 17, S. 739 u. ff. 1909.

[2]) C. G. Barkla und T. Ayres, Phil. Mag. S. 21, 270, 1911.

[3]) Crowther, Proc. Roy. Soc., 85, S. 29–43, 1911.

des Dosenquotienten (Verhältnis der Oberflächendosis zur Tiefendosis in einer bestimmten Tiefe) wird zum Teil wieder dadurch ausgeglichen, daß die von den oberen Schichten des Körpers nach den unteren hin gestreute Strahlenenergie größer ist als die von den unteren Schichten rückwärts nach den oberen gestreute Energie[1]). Allerdings kommt ein solcher Ausgleich nur dann in nennenswertem Maße zustande, wenn das Absorptionsvermögen des durchstrahlten Körpers für die Primärstrahlung verhältnismäßig groß ist, so daß die relativen Unterschiede der Röntgenstrahlenintensitäten in verschiedenen Tiefen erheblich sind.

Charakteristische Sekundärstrahlung.

Während die zerstreute Strahlung der Primärstrahlung physikalisch gleichartig ist, stellt die charakteristische Sekundärstrahlung eines Stoffes eine von der primären Röntgenstrahlung verschiedene und einzig und allein für den betreffenden Stoff charakteristische Röntgenstrahlung dar.

Ähnlich, wie in fluoreszierenden Stoffen, beispielsweise in Eosin, Eiweiß oder anderen kolloidalen Stoffen, unter dem Einfluß von Lichtstrahlen die Fluoreszenzstrahlung wachgerufen wird, so wird auch in verschiedenen Stoffen, wenn sie von Röntgenstrahlen durchsetzt werden, eine Röntgenstrahlung ganz bestimmter Wellenlänge, besser gesagt, eine solche bestimmter Impulsbreite erzeugt. Diese Erscheinung tritt aber nur dann zutage, wenn die Primärstrahlung eine geringere Impulsbreite hat als die für den betreffenden Stoff charakteristische Röntgenstrahlung, ähnlich wie die Fluoreszenzstrahlung in irgendeinem fluoreszenzfähigen Körper auch nur dann erregt wird, wenn das diesen Stoff durchsetzende primäre Licht eine kleinere Wellenlänge als das dem Stoff eigene Fluoreszenzlicht besitzt. Diese zwischen der charakteristischen Röntgenstrahlung und dem Fluoreszenzlicht bestehende Analogie hat **Barkla** und **Sadler** dazu veranlaßt, die charakteristische Röntgenstrahlung auch als Fluoreszenzröntgenstrahlung zu bezeichnen.

Wie **Barkla** und **Sadler**[2]) gefunden haben, senden Stoffe, deren Atomgewichte kleiner als 27 sind, z. B. Kohle, Magnesium, Schwefel u. a. m., keine oder eine nur schwer wahrnehmbare Fluoreszenzröntgenstrahlung aus; sehr schwach ist auch noch die in Aluminium (27) erzeugbare Fluoreszenzröntgenstrahlung. Sie tritt lediglich in Stoffen größeren Atomgewichtes, und zwar in einer Stärke, die mit diesem rapid anwächst, in die Erscheinung.

Barkla und **Sadler** haben an Elementen, deren Atomgewichte zwischen 27 und 100 liegen, festgestellt, daß sie eine homogene Fluoreszenzröntgenstrahlung aussenden, deren Härte mit zunehmendem Atomgewicht nach einer stetigen Kurve wächst. Leichte Stoffe senden eine weiche, schwere Stoffe eine penetrante charakteristische Röntgenstrahlung aus. An mittelschweren Stoffen, deren Atomgewichte zwischen 100 und 150 liegen, konnten **Barkla** und **Sadler** die Existenz zweier verschiedener Gattungen von homogenen Fluoreszenzröntgenstrahlen konstatieren, von denen die eine außerordentlich weich ist, während die Fluoreszenzstrahlen der zweiten Gattung penetrant sind und sich an die Reihe der für die leichteren Stoffe gefundenen Fluoreszenzröntgenstrahlen unmittelbar anschließen. Die an ganz schweren Stoffen (Atomgewicht größer als 180) angestellten Versuche haben nur zur Aufdeckung einer Gattung von homogenen Fluoreszenzröntgenstrahlen geführt, und zwar von sehr weichen Röntgenstrahlen, die in bezug

[1]) Wie ich nachträglich bemerke, ist auf Seite 127 dieses Bandes der Fortschritte im zweiten Absatz von oben von mir die Behauptung aufgestellt worden, daß die Zerstreuung eine Verringerung der Dosenquotienten bedingt. Dies träfe zu, wenn ich die durch die Zerstreuung bedingte Verminderung der Tiefendosen bereits in Rechnung gesetzt hätte. Die Zerstreuung hat unbedingt eine Verringerung der Tiefenwirkung zur Folge, die infolge des dort und auch hier erörterten Umstandes zum geringen Teil wett gemacht wird. Die Ausführungen an der genannten Stelle wären nur dann richtig gewesen, wenn unter „Absorptionsvermögen" das durch die gesamte Zerstreuung erhöhte scheinbare Absorptionsvermögen gemeint gewesen wäre.

[2]) C. G. **Barkla** und C. A. **Sadler**, Phil. Mag., **16**, S. 550—584, 1908.

auf ihren Härtegrad die Reihe der von den mittelschweren Stoffen ausgesandten weichen Sekundärstrahlen ergänzen.

Diese Gesetzmäßigkeit zwischen der Härte der Fluoreszenzröntgenstrahlung und dem Atomgewicht hat die Herren Barkla und Sadler zu der Annahme veranlaßt, daß alle Elemente zwei Gattungen charakteristischer Sekundärstrahlen wesentlich verschiedenen Penetrationsvermögens auszusenden imstande sein müssen, die, nach Maßgabe der Atomgewichte der Sekundärstrahlensender geordnet (Tabelle I), zwei Reihen (eine K- und eine L-Reihe) von Strahlen stetig wachsender Härte ergeben.

Tabelle I[1]) gibt eine Zusammenstellung der von Barkla und Sadler untersuchten Elemente, ihrer Atomgewichte und der Härtegrade der von ihnen ausgesandten Fluoreszenzröntgenstrahlen beider Gattungen. Als Maß für die Härte ist von Barkla und Sadler der Absorptionskoeffizient des Aluminiums gewählt. In der dritten und vierten Kolumne der Tabelle sind die experimentell gefundenen Werte dieses Absorptionskoeffizienten eingetragen, wobei als Einheit für die Länge 1 cm angenommen ist. In den Kolumnen 5 und 6 sind die Beträge der Halbwertschichten des Aluminiums, in Millimetern ausgedrückt, enthalten, die aus den Absorptionskoeffizienten auf Grund der Beziehung

$$\text{Halbwertschicht} = \frac{0{,}693}{\text{Absorptionskoeffizient}}$$

berechnet worden sind. Die in den beiden letzten Kolumnen angegebenen Zahlenwerte können auch als Näherungswerte für die Halbwertschichten des Wassers und somit auch für diejenigen der Weichteile des menschlichen Körpers, in Zentimetern gemessen, angesehen werden, da die Halbwertschicht des Wassers mit einiger Annäherung = dem Zehnfachen der Aluminiumhalbwertschicht gesetzt werden kann.

Tabelle I.

Sekundärstrahlung von:	Atomgewicht	Absorptionskoeffizient der charakteristischen Sekundärstrahlung: in cm^{-1} Reihe K harte Strahlung	Reihe L weiche Strahlung	Halbwertschicht in Aluminium in mm: Reihe K	Reihe L
Al	27,1	1565	—	0,0044	—
S	32,07	—	—	—	—
Ca	40,09	1175	—	0,0059	—
Sr	52	367	—	0,0189	—
Fe	55,85	239	—	0,0290	—
Co	58,97	193	—	0,0359	—
Ni	58,68 (61,3?)	159	—	0,0435	—
Cu	63,57	129	—	0,0537	—
Zn	65,37	106,5	—	0,0652	—
As	74,96	60,7	—	0,114	—
Se	79,2	51	—	0,136	—
Br	79,92	44,3	—	0,156	—
Rb	85,45	37	—	0,187	—
Sr	87,62	25,4	—	0,273	—
Mo	96	12,7	—	0,545	—
Rh	102,9	8,4	—	0,825	—
Ag	107,9	6,7	1890	1,035	0,0027
Sn	119	4,2	—	1,65	—
Sb	120,2	3,27	1170	2,12	0,0059
J	126,9	2,48	825	2,79	0,0084
Ba	137,4	2,16	604	3,21	0,0115
Ce	140,3	1,62	—	4,27	—
W	184	—	89	—	0,078
Pt	195	—	74	—	0,094
Au	197,2	—	67	—	0,103
Pb	207,1	—	54	—	0,128
Bi	208	—	52	—	0,133

[1]) C. G. Barkla, Phil. Mag., 22, S. 396—412, 1911.



Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sendet Aluminium nicht, wie dies vielfach fälschlich behauptet wird, eine harte, sondern eine außerordentlich weiche Röntgenstrahlung aus. Die Wasserhalbwertschicht der Al-Strahlung beträgt nämlich ungefähr 0,04 mm; sie ist also so wenig penetrant, daß eine Weichteilschicht von 0,1 mm Dicke fast die gesamte Fluoreszenzröntgenstrahlung des Al zu absorbieren fähig ist. Da Luft normalen atmosphärischen Druckes ein ungefähr 100 mal schwächeres Absorptionsvermögen besitzt als Wasser, so ist eine Luftschicht von ungefähr 1 cm Dicke imstande, die gesamte in sie eintretende Fluoreszenzröntgenstrahlung des Al zu absorbieren.

Wesentlich härter, wenn auch — absolut genommen — immer noch sehr weich, sind die Fluoreszenzröntgenstrahlen, die von Eisen, Nickel, Kupfer und Zink ausgesandt werden, denn sie werden in einer Weichteilschicht von 1 bis 3 mm Dicke so gut wie vollständig absorbiert. Auch die von den schweren Stoffen, beispielsweise Wolfram, Platin, Gold, Blei und Wismut, ausgesandten Fluoreszenzröntgenstrahlen sind noch relativ weich. Denn sie werden von Weichteilschichten von $2^1/_2$ bis 4 mm Dicke fast vollständig verschluckt.

Hingegen sind die in die Reihe K gehörigen Fluoreszenzröntgenstrahlen der mittelschweren Elemente deren Atomgewichte zwischen annähernd 100 und 150 liegen, wie z. B. diejenigen von Silber, Zinn, Baryum und Cerium, stark penetrant. Sie sind so durchdringend, daß man zu ihrer vollständigen Absorption einer Weichteilschicht von 3 bis 12 cm Dicke benötigt.

Die Fluoreszenzröntgenstrahlung wird, wie Barkla und Sadler weiter festgestellt haben, von jedem Elemente, des Sekundärstrahlensenders nach allen Richtungen hin gleichmäßig ausgestrahlt; es bestehen also für sie keine bevorzugten Richtungen, wie dies bei der zerstreuten Primärstrahlung der Fall ist.

Auch haben Barkla und Sadler einwandfrei nachgewiesen, daß die Menge der Fluoreszenzröntgenstrahlung, die in einem bestimmten Stoff durch eine homogene Primärstrahlung bestimmter Qualität wachgerufen wird, der Intensität der Primärstrahlung proportional ist. Dagegen stellt die Energie der von einem Körper ausgesandten Fluoreszenzröntgenstrahlung je nach der Qualität der Primärstrahlung verschieden große Prozentsätze der dem Körper zuströmenden primären Strahlenenergie dar, ebenso wie die durch Röntgenstrahlen einer bestimmten Qualität in verschiedenen Stoffen pro Volumeneinheit erzeugte Sekundärstrahlenenergie verschiedene Bruchteile der Primärstrahlenenergie bildet. Denn da die Fluoreszenzröntgenstrahlung das Produkt der Umwandlung eines gewissen Bruchteiles der im Sekundärstrahlensender absorbierten Primärstrahlung darstellt, und da die pro Zeiteinheit absorbierte Energie je nach dem Absorptionsvermögen des Sekundärstrahlensenders verschieden große Prozentsätze der primären Energie bildet, so muß das Verhältnis der im ganzen ausgesandten Sekundärstrahlenenergie zur Energie der Primärstrahlung je nach der Qualität der Strahlung und je nach der Qualität des Stoffes verschieden sein. Hierzu kommt noch, daß auch je nach der Art des Stoffes und je nach der Härte der Primärstrahlung verschiedene Prozentsätze der verschluckten Primärstrahlenenergie in Fluoreszenzstrahlung umgewandelt werden. Dies geht aus Versuchen von Bragg[1]) hervor, der für 6 verschiedene Stoffe und für 2 Gattungen homogener Primärstrahlen denjenigen Prozentsatz k der absorbierten Strahlenenergie, der in Fluoreszenzröntgenstrahlung umgewandelt wird, ermittelt hat. Als Primärstrahlung hat Bragg die Fluoreszenzröntgenstrahlung von As und von Sn benutzt. In der Tabelle II sind in der ersten Kolumne die untersuchten sechs verschiedenen Sekundärstrahlensender, in der zweiten und vierten die auf die Masseneinheit bezogenen Absorptionskoeffizienten $\frac{\alpha}{\varrho}$ ($\alpha =$ Absorptionskoeffizient, auf

[1]) W. H. Bragg und H. A. Porter, Proc. Roy. Soc. 85, pag. 340—365, 1911; W. H. Bragg, „Durchgang der α-, β-, γ- und Röntgen-Strahlen durch Materie", Leipzig, Ambrosius Barth, 1913, pag. 216 u. ff.

die Volumeneinheit bezogen; ϱ = Dichte) dieser Stoffe für die As- bzw. Sn-Strahlung und in der dritten bzw. fünften die Werte von k für diese beiden Arten von Primärstrahlen enthalten.

Tabelle II.

Sekundär-strahlensender	As-Strahlung $\frac{\alpha}{\varrho}$ cm^{-1} g^{-1}	As-Strahlung k %	Sn-Strahlung $\frac{\alpha}{\varrho}$ cm^{-1} g^{-1}	Sn-Strahlung k %
Al	23,6	0	1,83	0
Fe	127	20,0	14,3	9,8
Ni	147	29,3	17,1	13,9
Cu	155	34,0	17,4	19,7
Zn	186	37,1	17,4	21,2
Sn	112	0	12,9	0

Die im Aluminium wachgerufene Fluoreszenzröntgenstrahlung ist so schwach, daß k annähernd = 0 gesetzt werden kann. Auch für das k in Sn muß in beiden Fällen der Wert 0 resultieren, weil die Fluoreszenzröntgenstrahlung in Sn nur durch eine Primärstrahlung, die härter als die Sn-Strahlung ist, erregt werden kann.

Wenn auch die Daten der Tabelle II spärlich sind, so ist doch daraus ersichtlich, daß der Wert von k mit dem Atomgewicht des Strahlensenders zunimmt und mit der Härte der Primärstrahlung abnimmt. Es werden also um so größere Prozentsätze der verschluckten Primärstrahlenenergie in Fluoreszenzröntgenstrahlung transformiert, je größer das Atomgewicht des Sekundärstrahlensenders und je weicher die Primärstrahlung ist, d. h. je näher sie derjenigen weichsten Strahlung kommt, die im Sekundärstrahlensender die Fluoreszenzröntgenstrahlung zu erregen gerade noch imstande ist.

Daß die in schwereren Stoffen entstehende Fluoreszenzröntgenstrahlung intensiver ist als die in leichteren Stoffen bei der gleichen Primärstrahlenintensität wachgerufene, geht auch aus Versuchen von Whiddington[1]) hervor. Wie Tabelle III, in der die Ergebnisse dieser Versuche zusammengetragen sind, zeigt, ist die in Al entstehende Fluoreszenzröntgenstrahlung gegenüber der in schwereren Stoffen entstehenden unbedeutend, und es wächst die Intensität der Fluoreszenzröntgenstrahlung mit dem Atomgewicht schnell an.

Tabelle III.

Sekundär-strahlensender	Atomgewicht	Relative Intensität der austretenden Sekundärstrahlung
Al	27,1	1,0
Cr	52,5	10,0
Fe	55,9	30,0
Ni	(61,3)	46,5
Cu	63,6	59,1
Zn	65,4	72,7
Se	79,2	91,0

Die relativen Intensitäten gemäß Tabelle III stehen in gutem Einklang mit den von Bragg für Sn-Strahlen gefundenen Werten von k (Tabelle II, Kolumne 5).

Einen sehr interessanten numerischen Zusammenhang zwischen der Härte der Fluoreszenzröntgenstrahlung und dem Atomgewicht hat Whiddington[2]) gefunden. Er baute eine Röntgenröhre, in der er den Kathodenstrahlenstrom durch eine magnetische Kraft zu einem Spektrum ausbreiten und aus diesem ein Bündel annähernd homogener Kathodenstrahlen ausblenden konnte[3]). Diese homogenen Kathodenstrahlen benutzte er zur Erzeugung einer homogenen

[1]) R. Whiddington, Proc. Roy. Soc. 85, pag. 323, 1911.

[2]) R. Whiddington, Proc. Roy. Soc. 85, pag. 323, 1911.

[3]) Eine Beschreibung der Versuche s. in W. H. Bragg, „Durchgang der α-, β-, γ- und Röntgen-Strahlen durch Materie", und R. Pohl, „Röntgenstrahlen", Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1912.

Röntgenstrahlung. Mit dieser bestrahlte er eine Reihe verschiedener Stoffe und suchte festzustellen, bei welcher niedrigsten Röhrenspannung, d. h. bei welcher kleinsten Kathodenstrahlengeschwindigkeit v_{min}, m. a. W. bei welcher minimalen Härte der Primärstrahlung die Fluoreszenzröntgenstrahlung in den verschiedenen untersuchten Stoffen wachgerufen wird. Auf Grund seiner an Al, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn und Se angestellten Versuche gelangte er zu dem Ergebnis, daß, wenn man das Atomgewicht w der bestrahlten Substanz mit 1000 multipliziert, man jenes v_{min} in km/Sek. erhält.

Da die Fluoreszenzröntgenstrahlung in irgendeinem Stoff nur durch eine solche Primärstrahlung wachgerufen werden kann, die mindestens ebenso hart als jene ist, so stellt jenes v_{min} oder auch die diesem entsprechende Röhrenspannung ein Maß für die Härte der Fluoreszenzröntgenstrahlung dar. (Als Maß für die Härte irgendeiner homogenen Röntgenstrahlung kann die Geschwindigkeit der sie erregenden Kathodenstrahlen angesehen werden, mit der diese auf der Antikathode aufprallen.) Dieses Whiddingtonsche Gesetz gilt aber nur für Strahlen der Serie K; auch scheint es nur für Stoffe mittleren Atomgewichtes gültig zu sein.

Wie bereits Barkla vermutet hat und wie aus den Spektralaufnahmen von W. H. und W. A. Bragg, Moseley und Darwin, M. de Broglie, J. Herweg u. a. m. hervorgeht, geben manche — vielleicht auch sämtliche — Stoffe mehr als zwei Arten von Fluoreszenzröntgenstrahlen her. Es ist von diesen Forschern gefunden worden, daß das Spektrum der von einer Röntgenröhre ausgesandten Röntgenstrahlung aus einem kontinuierlichen Band und mehreren, nach Maßgabe des Antikathodenmateriales verschiedenen, intensiveren Linien bzw. Bändern besteht, deren Existenz nur der Eigenstrahlung des Antikathodenmateriales zugeschrieben werden kann. So hat de Broglie[1]) für Kupfer zwei, für Platin und Wolfram dagegen eine große Zahl von Linien festgestellt. Moseley und Darwin[2]), ferner Herweg[3]) konnten für Platin die Existenz von fünf verschiedenen Linien nachweisen, die sie mit α, β, γ, δ und ε bezeichneten. Sie fanden ferner, daß die Linien β und γ, ferner δ und ε so dicht nebeneinander liegen, daß man sie für die Begrenzungslinien je eines Bandes ansehen und demnach von drei verschiedenen Eigenstrahlungen des Platins sprechen kann. Nach Versuchen von Herweg scheint auch Wolfram zur Aussendung von drei verschiedenartigen Fluoreszenzröntgenstrahlen befähigt zu sein.

β-Strahlen[4]).

Die dritte Komponente der Sekundärstrahlung ist von den beiden anderen ihrer physikalischen Natur nach vollkommen verschieden. Sie ist keine elektromagnetische Impulserscheinung wie jene, sondern eine Korpuskularstrahlung. Sie besteht aus mit großer Geschwindigkeit beweglichen negativen Elektronen, ist also die gleiche Energieart wie die Kathodenstrahlen oder die aus radioaktiven Stoffen ausgesandten β-Strahlen.

Jeder Körper, der mit γ-Strahlen, wie solche von verschiedenen radioaktiven Stoffen, wie z. B. Uranium X, Thorium D, Radium, ausgesandt werden, bestrahlt wird, ist eine Quelle von sehr durchdringungsfähigen β-Strahlen, also von negativen Elektronen, die sich mit großen Geschwindigkeiten bewegen. Ähnlich bringen auch die Röntgenstrahlen, die, im Grunde genommen, nichts anderes als γ-Strahlen geringen Penetrationsvermögens sind, in Körpern, die sie durchsetzen, β-Strahlen hervor, die jedoch entsprechend dem relativ geringen Durchdringungsvermögen der sie erregenden Röntgenstrahlen im Vergleich zu den durch die vielfach penetranteren

---

[1]) M. de Broglie, Compt. Rend. **17**. Nov. 1913 und **19**. Jan. 1914.

[2]) Moseley und Darwin, Phil. Mag. **26**, S. 210—232, 1913.

[3]) J. Herweg, Verh, d. Deutsch. Phys. Ges, **16**, S. 73—78, 1914.

[4]) Näheres hierüber s. in E. Rutherford, Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen, II. Band des Handbuches der Radiologie, Leipzig, Akad. Verlagsges. m. b. H. 1913 und W. H. Bragg, l. c.

γ-Strahlen erregten β-Strahlen nur geringe Geschwindigkeiten und ein geringes Penetrationsvermögen besitzen.

Ein Atom irgendeines Elementes stellt gemäß den heutigen Anschauungen über den Aufbau der Materie ein Konglomerat aus einer bestimmten ponderablen Masse und einem oder mehreren negativen Elektronen dar, die um die Masse (die wir uns zu einem Kern konzentriert vorstellen wollen) schwingen oder sie in elliptischen Bahnen umkreisen. Ist ein Stoff von γ-Strahlen oder Röntgenstrahlen durchsetzt, so heißt das mit anderen Worten, daß sich durch ihn in dichter Folge aneinanderreihende elektrische Impulse fortpflanzen. Diese stoßweise auftretenden elektrischen Kräfte wirken auf die Elektronen der Atome ein. Unter den Elektronen gibt es nun solche, die sich gerade in dem Momente, in welchem ein Impuls auftritt, in einer solchen Phase ihrer Bewegung befinden, daß der elektrische Impuls auf sie in zentrifugaler Richtung wirkt, was bei genügender Stärke des Impulses zur Folge hat, daß sich die betreffenden Elektronen von ihren Atomverbänden lostrennen und nunmehr in Form von Kathodenstrahlen oder β-Strahlen ihren Lauf durch die Materie mit großer Geschwindigkeit beginnen.

Die so entstehenden β-Strahlen dringen nicht sehr weit. Denn kaum hat sich ein solches Elektron von einem Atom getrennt, stößt es schon gegen ein anderes Atom bzw. streift es ein benachbartes Atomgebilde. Es wird dabei von seiner Bahn abgelenkt und büßt gleichzeitig beim Stoß einen Teil seiner Energie ein, so daß es jetzt in einer anderen Richtung mit verminderter Geschwindigkeit seinen Flug fortzusetzen gezwungen ist. Bald wiederholt sich dieser Vorgang; es stößt mit einem zweiten, einem dritten Atom zusammen usf. und erfährt jedesmal eine Ablenkung von seiner letzten Bahn und büßt jedesmal etwas an Geschwindigkeit und Energie ein. Die die β-Strahlen bildenden Elektronen (die β-Teilchen) bewegen sich also in zickzackförmigen Bahnen, längs denen sie sich bald totlaufen.

Die Wegstrecken, die die durch Röntgenstrahlen in festen Stoffen wachgerufenen β-Strahlen zurücklegen, sind so kurz, — sie zählen nach einigen μ oder Bruchteilen eines μ — daß die im Innern des Körpers entstehende β-Strahlung bis an die Körperoberfläche vorzudringen nicht vermag. Nur ein kleiner Teil der in einer äußersten Oberflächenschicht entstehenden β-Teilchen verläßt den Körper.

Jeder mit Röntgenstrahlen bestrahlter Körper gibt also negative elektrische Ladung ab und lädt sich positiv auf.

Wie Innes[1]) gezeigt hat, ist die Geschwindigkeit der durch Röntgenstrahlen hervorgerufenen β-Strahlen von der Intensität der Primärstrahlung unabhängig, jedoch mit deren Qualität veränderlich, und zwar nimmt sie mit zunehmendem Durchdringungsvermögen der Primärstrahlung zu. Aus Versuchen von Sadler[2]) geht weiter die interessante Eigenschaft der β-Strahlen hervor, daß ihre Geschwindigkeit von der Art des Materials, in dem sie wachgerufen werden, vollkommen unabhängig ist. So senden unter dem Einflusse einer bestimmten Röntgenstrahlung beispielsweise Eisen, Kupfer und Silber β-Strahlen der gleichen Qualität aus wie Aluminium. Somit ist die Geschwindigkeit der β-Strahlen einzig und allein von der Qualität, d. h. vom Durchdringungsvermögen der sie erregenden primären Röntgenstrahlen abhängig. (Das gleiche Gesetz gilt für durch γ-Strahlen hervorgerufene β-Strahlen.)

Die durch γ-Strahlen oder Röntgenstrahlen in von ihnen durchsetzten Stoffen entstehende β-Strahlung ist von der Qualität des Stoffes nur insofern abhängig, als diese auf die Intensität der β-Strahlung von Einfluß ist. Wie Bragg und Madsen[3]), ferner Eve[4]) u. a. an mit γ-Strahlen verschiedener Qualität bestrahlten Körpern gefunden haben, nimmt die Intensität der auf der Inzidenzseite (also auf der Seite, auf der die γ-Strahlung in den Körper eintritt) austretenden β-Strahlung mit wachsendem Atomgewicht des bestrahlten Stoffes zu, während

[1]) Innes, Proc. Roy. Soc. 79, S. 442. 1908.
[2]) C. A. Sadler, Phil. Mag. 19. 1910.
[3]) Bragg und Madsen, Phil. Mag. 16, S. 910—939. 1908.
[4]) A. S. Eve, Phil. Mag. 18, S. 275—291. 1909.

die Stärke der auf der Emergenzseite (die Seite, auf welcher der nicht absorbierte Teil der γ-Strahlung den Körper verläßt) ausgesandten und im Vergleich zu jener in der Regel intensiveren β-Strahlung mit wachsendem Atomgewichte zuerst abnimmt, bei einem bestimmten, für jede γ-Strahlenart verschiedenen Atomgewicht ein Minimum erreicht und nachher zunimmt. So ergibt sich für die Intensität der β-Strahlung als Funktion des Atomgewichtes w eine parabolische Kurve nach Art der in Fig. 4 dargestellten, auf eine bestimmte γ-Strahlenart Bezug habenden Kurve.

Ähnlich ist auch die Intensität der durch Röntgenstrahlen ausgelösten β-Strahlen vom Atomgewicht des Stoffes, in dem sie wachgerufen werden, abhängig. Wie Cooksey[1]) gefunden hat, ist auch bei solchen β-Strahlen die Emergenzstrahlung wesentlich intensiver als die Inzidenzstrahlung, jedoch nehmen die Intensitäten beider mit wachsendem Atomgewicht zu. (Vielleicht ist auch da ein Minimum der Intensität vorhanden, das jedoch im Bereiche sehr kleiner Atomgewichte liegt.)

Dringen β-Strahlen in irgendeine Materie ein, so erfahren sie eine partielle Absorption, und zwar in um so stärkerem Maße, je größer die Schichtdicke des durchsetzten Stoffes, je größer dessen Dichte und je geringer die Geschwindigkeit der β-Strahlen ist. Aus zahlreichen Arbeiten über die Absorption durch γ-Strahlen erzeugter β-Strahlen, deren experimentelle Erforschung sich aus dem Grunde schwierig gestaltet, weil die verfügbaren β-Strahlen in der Regel komplex sind, geht hervor, daß die Absorptionskoeffizienten von Aluminium für β-Strahlen von der Schichtdicke unabhängig sind. Dies bedeutet, daß der Absorptionskoeffizient des Al für irgendeine homogene β-Strahlung konstant ist und sich ihre Absorption demzufolge nach dem Exponentialgesetz vollzieht, dem gleichen, das auch für die Absorption von Röntgenstrahlen maßgebend ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt das Ergebnis der Wilsonschen Versuche der Wahrheit näher, wonach der Absorptionskoeffizient mit der Dicke des von den β-Strahlen durchsetzten Stoffes zunimmt. Dieser Befund steht nämlich in gutem Einklang mit der oben erörterten Theorie Braggs, wonach die β-Strahlen beim Durchgang durch Materie infolge ihrer Zusammenstöße mit den Atomen des Stoffes allmählich ihre Energie, d. h. ihre Geschwindigkeit, einbüßen und somit ihr Durchdringungsvermögen allmählich verlieren. Die Abnahme ihres Durchdringungsvermögens ist mit der Zunahme ihres Absorptionskoeffizienten gleichbedeutend.

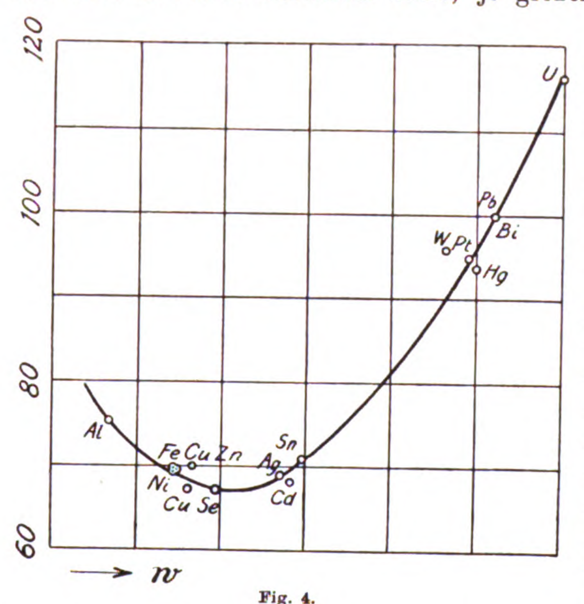


Fig. 4.

Der Absorptionskoeffizient eines bestimmten Stoffes für β-Strahlen kann also als Maß für die Geschwindigkeit der β-Teilchen gelten. So hat auch Sadler bei seinen Versuchen den Absorptionskoeffizienten in Luft atmosphärischen Druckes für die von Röntgenstrahlen verschiedener Qualität hervorgerufenen β-Strahlen ermittelt, um ein Maß für die Geschwindigkeit der sie bildenden negativen Elektronen zu erhalten. In Tabelle IV sind die Ergebnisse seiner Versuche enthalten. In der Horizontalreihe sind die von einer Röntgenröhre bestrahlten Stoffe angegeben, deren homogene Fluoreszenzröntgenstrahlung er auf die in der ersten Vertikalkolumne angegebenen vier Stoffe einwirken ließ, um in diesen β-Strahlen wachzurufen. Die von diesen Stoffen auf der Inzidenzseite der homogenen Sekundärstrahlung ausgestoßene β-Strah-

[1]) Cooksey, Nature, S. 509. 1908.

lung rief eine Ionisation der angrenzenden Luft hervor. Indem er nun die in verschieden dicken Luftschichten erzeugte Ionisation maß, konnte er den Absorptionskoeffizienten der Luft ür die β-Strahlen berechnen. Die in der Tabelle IV enthaltenen Zahlenwerte bedeuten diese Koeffizienten, wobei als Maß der Längeneinheit 1 cm angenommen ist.

Tabelle IV.

Quellen der β-Strahlung	Quellen homogener Fluoreszenzstrahlung, die zur Erzeugung von β-Strahlen dienen:									
	Ni	Cu	Zn	As	Se	Sr	Mo	Rh	Ag	Sn
	Die Halbwertschicht von Wasser für die homogenen Sekundärstrahlen in mm:									
	0,44	0,54	0,65	1,14	1,36	2,73	5,45	8,25	10,35	16,5
	Absorptionskoeffizienten der β-Strahlen in cm^{-1}:									
Al	—	—	—	29,6	—	20,0	15,2	—	8,90	6,54
Fe	38,9	37,0	35,8	30,2	26,4	21,5	15,5	10,9	8,84	6,41
Cu	—	—	36,2	30,4	—	20,8	15,2	10 8	8,81	6,67
Ag	—	—	35,4	30,2	—	21,2	15,4	10,3	8,78	6,63
Im Mittel:	38,9	37.0	35,8	30,1	26,4	20,8	15,4	10,7	8,83	6,56
Halbwertschicht der β-Strahlung in Luft in mm	0,178	0,187	0,193	0,231	0,263	0,333	0,450	0,648	0,777	1,05

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, erzeugen homogene Röntgenstrahlen einer bestimmten Gattung in allen Stoffen β-Strahlen einer und derselben Qualität. Auch geht aus den Werten der Absorptionskoeffizienten für Luft hervor, daß die von Röntgenstrahlen hervorgerufenen β-Strahlen ein außerordentlich kleines Durchdringungsvermögen besitzen. Es ist ja doch ihre Halbwertschicht in Luft 15- bis 25 mal kleiner als die Wasserhalbwertschichten der sie erzeugenden Röntgenstrahlen, wobei die Verhältniszahl 15 den relativ harten Sn-Strahlen und die Zahl 25 den sehr weichen Ni-Strahlen zukommt.

Da für Stoffe annähernd gleichen Atomgewichtes das Gesetz gilt, daß der Absorptionskoeffizient für β-Strahlen einer bestimmten Gattung der Dichte des Stoffes proportional ist, so kann man schätzungsweise annehmen, daß die Wasserhalbwertschichten der β-Strahlen 8000 bis 20000 mal kleiner sind als diejenigen der sie erzeugenden Röntgenstrahlen. (Für die durch γ-Strahlen des Radium C wachgerufenen sehr geschwinden β-Strahlen ist diese Verhältniszahl rund 2500.)

Also ist selbst die von härtesten Röntgenstrahlen hervorgerufene β-Strahlung so wenig durchdringungsfähig, daß sie sich in einer Wasserschicht von weniger als $^1/_{100}$ mm Dicke vollkommen totläuft.

Entstehung der Sekundärstrahlen.

Von den drei Arten von Sekundärstrahlen ist die zuerst behandelte, die „zerstreute Strahlung", nichts anderes als Primärstrahlenenergie, die der Sekundärstrahlensender, ohne daß er an ihrem Wesen irgend etwas verändert hat, nach allen Richtungen zerstreut. Die „zerstreute Strahlung" stellt also im strengen Sinne des Wortes gar keine Sekundärerscheinung dar, denn als Sekundärstrahlung verdient nur eine Strahlung bezeichnet zu werden, die eine von der Primärenergie verschiedene, aus ihr auf dem Wege einer Energieumwandlung gewonnene Strahlungsart darstellt.

Mit Recht kann man nur von zwei Arten von Sekundärstrahlen sprechen, den Fluoreszenz-Röntgenstrahlen und den β-Strahlen. Denn diese beiden Arten von Sekundärstrahlen kommen dadurch zustande, daß in dem Sekundärstrahlensender von der Primärstrahlenenergie ein gewisses Quantum absorbiert und diese Energie in eine solche anderer Art umgewandelt wird.

Wenn auch diese beiden Arten von Sekundärstrahlen nebeneinander einhergehen, dürfte die Annahme irrig sein, daß sie nebeneinander entstehen, indem die absorbierte Röntgenstrahlenenergie zu einem Teil in Fluoreszenz-Röntgenstrahlung und zum andern in β-Strahlen umgefromt

wird. Viel wahrscheinlicher ist es, daß die in der Materie absorbierte Röntgenstrahlenenergie im ganzen in β-Strahlenenergie umgewandelt wird. Die erzeugten β-Teilchen stoßen nun auf ihrem Wege mit vielen Atomen zusammen und erleiden dadurch fortwährende Ablenkungen, so daß sie eine zickzackförmige Bahn beschreiben. Da sie bei jedem Zusammenprall mit einem Atom einen gewissen Energieverlust erfahren, so nimmt ihre Geschwindigkeit stufenweise ab, und sie verlieren alsbald ihre Energie. Die von ihnen an die Atome abgegebene Energie tritt einesteils in Form von Ionisierung, anderesteils in Form von Wärme zutage. Nun gibt es unter den β-Teilchen auch solche, die von Atomen, gegen die sie prallen, plötzlich abgebremst werden, wodurch sie, ähnlich wie die in einer Röntgenröhre gegen die Antikathode fliegenden und von dieser aufgehaltenen negativen Elektronen, zur Entstehung von Röntgenstrahlen Veranlassung geben. Nach dieser Auffassung, die viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, stellen die Fluoreszenz-Röntgenstrahlen eigentlich eine tertiäre Energieart dar, die aus einem Teil der Sekundärstrahlenenergie, nämlich der β-Strahlenenergie, hervorgeht.

Dieser Auffassung gemäß ist die in einem Gase durch Röntgenstrahlen hervorgerufene Ionisierung nicht als eine direkte Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Gas anzusehen, sondern so entstanden zu denken, daß die Atome des Gases unter dem Einflusse der sie durchsetzenden Röntgenstrahlen, d. h. von den elektromagnetischen Impulsen durchbebt, negative Elektronen ausstoßen, die sich mit großer Geschwindigkeit fortbewegen, und daß diese β-Strahlen beim Zusammenprallen mit Gasatomen diese ionisieren.

In den Weichteilen des menschlichen Körpers, die sich lediglich aus leichten Elementen, wie Kohlenstoff (12), Stickstoff (14), Sauerstoff (16) und Wasserstoff zusammensetzen, kommt eine Fluoreszenz-Röntgenstrahlung so gut wie gar nicht zustande. Nur die in geringen Mengen vorhandenen Kalium-, Natrium- und Eisenatome können zur Entstehung solcher Strahlen Anlaß geben. Die in den Weichteilen absorbierte Röntgenstrahlenenergie wird also in β-Strahlenenergie umgewandelt, ohne daß sie nachher partiell in Fluoreszenz-Röntgenstrahlen umgeformt wird.

Die in der Röntgenographie wegen ihrer bildverschleiernden Wirkung so verschrienen Körperstrahlen sind demnach lediglich nichts anderes als zerstreute Primärstrahlen. Man sollte es daher vermeiden, diesen Strahlen den Ausdruck „Sekundärstrahlen" beizulegen, sondern sollte sie stets „zerstreute Strahlen" nennen.

Die physiologische Wirkung der Röntgenstrahlen.

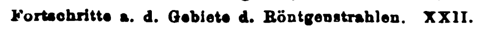
Ebenso wie die Ionisierung von Gasen, so dürfte auch die physiologische Wirkung der Röntgenstrahlen eine indirekte Wirkung, nämlich eine Folgeerscheinung der durch sie erzeugten β-Strahlen sein. Denken wir uns aus einer organischen Substanz, die von Röntgenstrahlen durchsetzt ist, ein Volumenelement herausgegriffen. Wir müssen uns vor allem vergegenwärtigen, daß ein erheblicher Prozentsatz der eindringenden Röntgenstrahlenenergie rückwärts und nach allen Seiten hin zerstreut wird, daß ein zweiter Teil der Energie von ihm hindurchgelassen wird und in Richtung der Röntgenstrahlen weiterströmt, während der Rest im Körperelement stecken bleibt. Diese aufgefangene Röntgenstrahlenenergie wird nun in β-Strahlen umgeformt, d. h. zur Beschleunigung von negativen Elektronen benutzt. Diese geben an die Atome, mit denen sie kollidieren, Energie ab. Ein Teil dieser Energie wird in Wärme, der andere in Ionisierungsarbeit umgewandelt, indem von dem gestoßenen Atom ein oder mehrere negative Elektronen abgetrennt werden, wodurch die Masse des Atoms zu einem positiven Ion wird.

Da derjenige Teil der Röntgenstrahlenenergie, der im Körper zurückbleibt, in β-Strahlen umgewandelt wird, so muß als Quelle der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen die erzeugte β-Strahlung angesehen werden. Ob nun die gesamte β-Strahlung einen biologischen Effekt hervorbringt, ob dieser eine rein thermische Wirkung oder eine elektrolytische Erscheinung oder beides zugleich ist, kann heute noch nicht beantwortet werden. Wahrscheinlich ist die Wirkung der β-Strahlen chemischer Natur; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß nebenbei auch thermische Wirkungen zustande kommen.

Legen wir unseren Betrachtungen einen β-Strahl zugrunde, der im Innern einer das Gewebe ausfüllenden wässerigen Lösung entsteht. Nehmen wir an, daß der β-Strahl die Geschwindigkeit $v = 8.10^9$ cm annimmt (Geschwindigkeiten solcher Größe hat Innes an mittels Röntgenstrahlen erzeugten β-Strahlen experimentell festgestellt), also eine solche von annähernd einem Viertel der Lichtgeschwindigkeit. Dann wohnt dem negativen Elektron eine Energie E inne, die gegeben ist durch $^1/_2 m v^2$, wenn m die Masse des Elektrons bedeutet. Da diese $= 0{,}9 \cdot 10^{-27}$ g beträgt, so ergibt sich $E = {}^1/_2 \cdot 0{,}9 \cdot 10^{-27} \cdot 64 \cdot 10^{18} =$ ungefähr $3 \cdot 10^{-8}$ Erg. Nun ist im Sinne der mechanischen Wärmetheorie wässeriger Lösungen die mittlere lebendige Kraft, die in einem Molekül der gelösten Substanz enthalten ist, ebenso groß wie diejenige eines Gasmoleküls gleicher Temperatur. Da die mittlere kinetische Energie, die irgendein Teilchen eines neutralen Gases bei 1^0 C Temperatur in sich birgt, $2{,}3 \cdot 10^{-16}$ Erg beträgt, so ändert sich die kinetische Energie eines Moleküls des gelösten Stoffes bei 1^0 C Temperaturänderung ebenfalls um diesen Betrag. Die im β-Teilchen angehäufte Energie stellt das $1{,}3 \cdot 10^8$fache dieser Energie dar. Würde also das β-Teilchen beim Zusammenstoß mit einem Atom des gelösten Stoffes seine ganze Energie an dieses abgeben und würde die Energie des Elektrons nur in Wärme umgewandelt werden, so würde das gestoßene Atom auf eine Temperatur von der Größenordnung 10^8 Celsiusgrade erhitzt werden. In Wirklichkeit verteilt sich die Energie des β-Teilchens auf viele Tausende von Atomen, und es wird ein Teil, und zwar vermutlich der größere, zur Ionisierung der wässerigen Lösung aufgewandt. Doch selbst dann, wenn nur ein Hunderttausendstel der anfänglichen Energie des β-Teilchens auf die Erwärmung je eines Atoms verwandt wird, so kommen innerhalb der Gewebezellen hochgradige lokale Erhitzungen zustande, die nekrotische Wirkungen nach sich ziehen.

2. Die Absorption der Röntgenstrahlen.

Die Erkenntnis, daß alle Elemente, von den ganz leichten abgesehen, unter dem Einflusse von Röntgenstrahlen zur Quelle homogener Röntgenstrahlen werden, und daß man mittels einer Elementenserie eine ganze Skala solcher Strahlen verschiedener Wellenlängen herzustellen imstande ist, haben Barkla und Sadler[1]) dazu benutzt, das Absorptionsvermögen zahlreicher Stoffe für homogene Röntgenstrahlen verschiedenster Impulsbreite zu ermitteln. Sie bedienten sich einer der in Fig. 1 dargestellten Versuchseinrichtung ähnlichen Apparatur. Sie ordneten den plattenförmigen Sekundärstrahlensender P im Gang der von einer Röntgenröhre gesandten heterogenen Röntgenstrahlen, unter 45^0 zur Strahlenrichtung geneigt, an und brachten den auf sein Absorptionsvermögen zu untersuchenden, ebenfalls plattenförmig gestalteten Stoff zwischen den Sekundärstrahlensender P und die Bestrahlungskammer M. Das gegen die Primärstrahlen sorgfältig abgeschirmte Untersuchungsobjekt war sodann ausschließlich den dem Sekundärstrahlensender entspringenden Sekundärstrahlen ausgesetzt. Da der Abstand der Prüfplatte vom Sekundärstrahlensender erheblich größer als die Reichweite der von ihm ausgestoßenen β-Strahlung gewählt war, so konnte zum Untersuchungsobjekt einzig und allein die Fluoreszenzröntgenstrahlung des Sekundärstrahlensenders und die von ihm gestreute Primärstrahlung gelangen. Doch da selbst bei leichten Sekundärstrahlensendern die Fluoreszenzröntgenstrahlung die zerstreute Primärstrahlung stark überwiegt, so konnte man von ihrer Existenz absehen und die Gesamtstrahlung für homogen gelten lassen. Es wurden nun die Ionisationen in der Bestrahlungskammer gemessen, die das eine Mal durch die vom Untersuchungsobjekt hindurchgelassene Strahlung, und das andere Mal durch die nach Entfernung des Prüfkörpers ungehindert in die Bestrahlungskammer gelangende Strahlung des Sekundärstrahlensenders hervorgerufen wurden. Das Verhältnis dieser beiden Ionisationen gab ein Maß für das Absorptionsvermögen des geprüften Stoffes für die vom Sekundärstrahlensender ausgesandte homogene Fluoreszenz-



[1]) C. G. Barkla und C. A. Sadler, Phil. Mag. **17**, S. 739—760, 1909; s. auch C. A. Sadler und A. J. Steven, Phil. Mag. **21**, S. 659 u. ff., 1911.

röntgenstrahlenart, nachdem an der Verhältniszahl eine Korrektion mit Rücksicht auf die in die Bestrahlungskammer eindringende Fluoreszenzröntgenstrahlung des Prüfkörpers vorgenommen worden war.

In der Tabelle V sind die Ergebnisse der von Barkla mit Sadler[1]) und Collier[2]) ausgeführten Absorptionsversuche zusammengetragen. Die Horizontalreihe enthält die Namen der auf ihr Absorptionsvermögen untersuchten Elemente und ihre Dichte ϱ. Die erste Vertikalkolumne gibt die zur Erzeugung homogener Röntgenstrahlen benutzten Sekundärstrahlensender und die zweite ihre Atomgewichte an. Die in den übrigen Kolumnen enthaltenen Zahlen sind Werte des Massenabsorptionskoeffizienten $\frac{\alpha}{\varrho}$, der sich aus dem Absorptionskoeffizienten α durch Division mit ϱ, dem Wert für die Dichte des Prüfkörpers, ergibt.

Der Absorptionskoeffizient α eines Stoffes gibt an, welches Vielfache der primären Strahlenenergie von einer 1 cm dicken Platte des Stoffes verschluckt werden würde, wenn innerhalb der Platte in irgend einer tieferliegenden Schicht die gleiche Menge Strahlenenergie absorbiert werden würde, wie in der gleich dicken Oberflächenschicht. Hierbei gilt als Voraussetzung, daß die Platte in einem sehr großen Fokalabstand senkrecht zur Strahlenrichtung angeordnet ist.

Denken wir uns die 1 cm dicke Platte in dünne, z. B. in einmillionstel cm dicke Schichten unterteilt. Würden alle Schichten gleichviel Energie verschlucken, so müßte dann, wenn der Platte sekundlich die Strahlungsenergie E (= Intensität × Fläche = If) zuströmt, im Sinne der Definition des Absorptionskoeffizienten die von der Platte sekundlich absorbierte Energie = αE sein. In Wirklichkeit jedoch absorbiert irgendeine tiefliegende Schicht weniger Energie als die auf der Inzidenzseite der Strahlen liegende oberste Schicht, und zwar um so weniger, je tiefer jene Schicht liegt. Daher muß die in der Tat sekundlich absorbierte Energie wesentlich kleiner als αE sein. In vielen Stoffen wird die Röntgenstrahlung schon durch Schichten von wenigen Millimetern oder sogar von einigen Zehnteln mm Dicke vollständig absorbiert, so daß in tiefere Schichten einer 1 cm dicken Platte eines solchen Stoffes überhaupt keine Energie gelangt. In solchen Fällen muß αE ein Vielfaches der im ganzen vorhandenen Energie betragen, d. h. α muß größer als 1 sein. Ist α z. B. = 15, so würde jene hypothetische Energie 15 E betragen. (Diese Energie ist das 15 fache dessen, was im äußersten Falle überhaupt verschluckt werden kann, denn E ist ja die gesamte pro Sekunde verfügbare Energie.)

Man kann den Absorptionskoeffizienten auch für ein relatives Maß für denjenigen Prozentsatz der primären Strahlenenergie ansehen, die in der obersten (in allen Stoffen gleich dick vorausgesetzten), beispielsweise einmillionstel mm dicken Schicht des Stoffes absorbiert wird.

Nehmen wir die Oberfläche der 1 cm dicken Platte gleich 1 cm² an. Dann ist die von ihr unter den gemachten Voraussetzungen sekundlich verschluckte Energie = αI. Das Volumen dieser Platte, die ein Prisma von 1 cm² Oberfläche und von 1 cm Höhe darstellt, ist = 1 cm³ und die in ihr enthaltene Masse ist = ϱ, wenn ϱ die Dichte des Stoffes, d. h. die in der Volumeneinheit (1 cm³) enthaltene Masse bedeutet. Die vom Prisma im hypothetischen Falle absorbierte Energie αI verteilt sich nun auf das Prisma gleichmäßig; es empfangen also ϱ Gramm sekundlich die Energie αI. Dann muß diejenige Strahlenenergie, die unter den gemachten Voraussetzungen von 1 Gramm Masse sekundlich verschluckt wird, $\frac{1}{\varrho}$ von jener, also $= \frac{\alpha}{\varrho} I$ sein. Hieraus folgt, daß das $\frac{\alpha}{\varrho}$ eines Stoffes diejenige Zahl ist, mit der man die Intensität der Primärstrahlung, die in eine aus jenem Stoff gefertigte, in einem sehr großen Fokalabstand senkrecht zur Strahlenrichtung angeordnete 1 cm dicke Platte strömt, zu multiplizieren hat, um diejenige Strahlungsenergie zu erhalten, die pro Gramm Masse dieser Platte dann verschluckt werden würde, wenn jedes Element dieser Platte gleichgroße spezifische Energiemengen absorbieren würde. Man kann auch sagen:

Der Massenabsorptionskoeffizient stellt ein relatives Maß für denjenigen Bruchteil der primären Strahlenenergie dar, der in einer sehr dünnen, beispielsweise $^1/_{1000000}$ mm dicken Oberflächenschicht des Stoffes bei senkrechter Bestrahlung pro Gramm Masse absorbiert wird.

---

[1]) l. c.
[2]) C. G. Barkla und V. Collier, l. c.

Tabelle V.

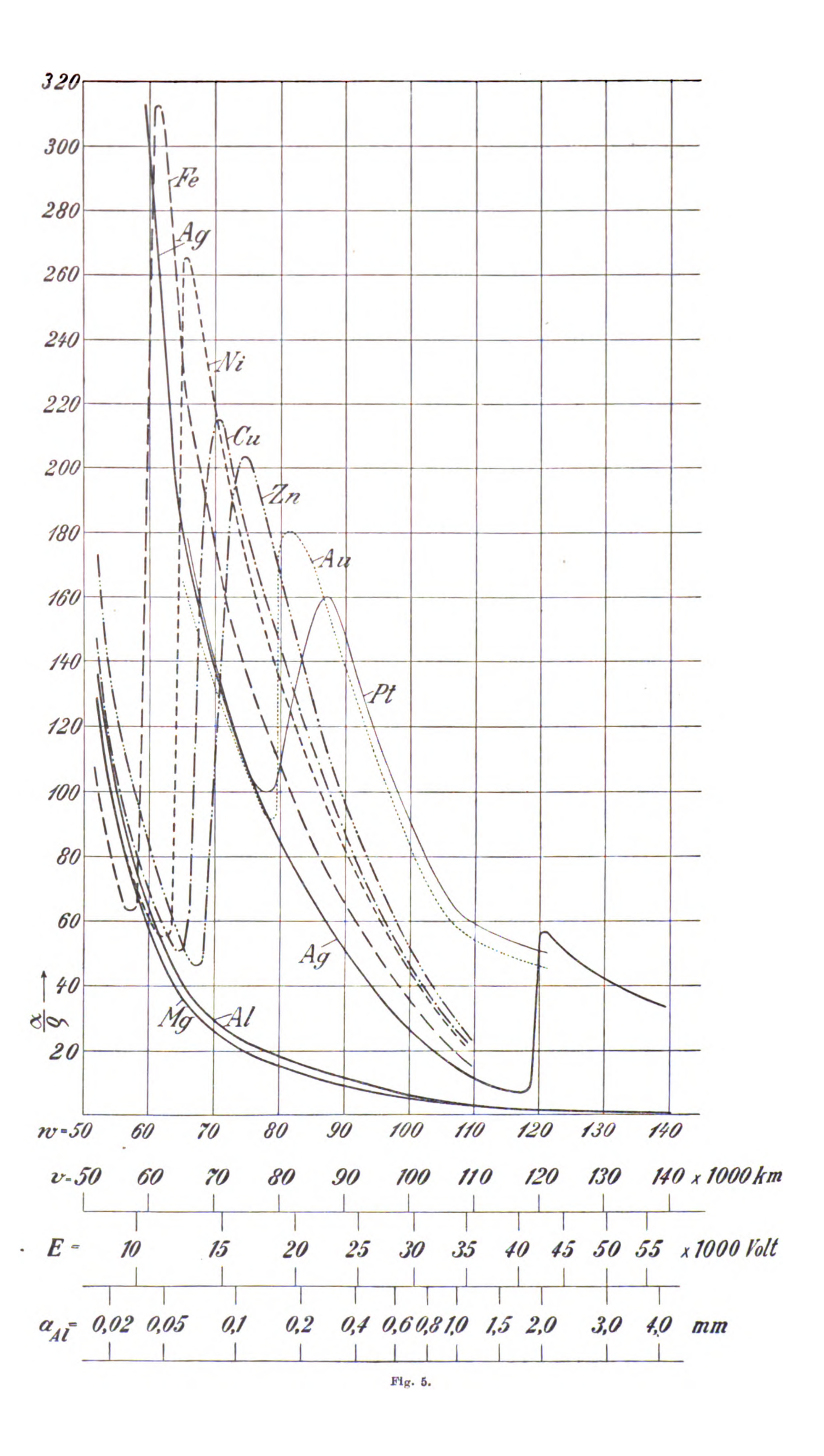
Quelle der Fluoreszenz-Röntgenstrahlung	Atomgewicht des Strahlensenders	Massenabsorptionskoeffizienten $\frac{\alpha}{\varrho}$ von										
		C 1,4—3,6	Mg 1,74	Al 2,7	Fe 7,8	Ni 9,1	Cu 8,95	Zn 7,15	Ag 10,55	Sn 7,4	Pt 21,4	Au 19,3
Cr	52,1	15,3	126,5	156	103,8	129	143	170,5	580,5	713,7	(516,8)	507
Fe	55,9	10,1	80	88,5	66,1	83,8	95,1	112,5	381	472	340	367
Co	59,0	7,96	63,5	71,6	67,2	67,2	75,3	91,5	314	392	281	306
Ni	58,7 (61,3)	6,58	51,8	59,1	314	56,3	61,8	74,4	262	328	236	253
Cu	63,6	5,22	41,4	47,7	268	62,7	53,0	60,9	214	272	194	210
Zn	65,4	4,26	34,7	39,4	221	265	55,5	50,1	175	225	162,5	178,2
As	75,0	2,49	19,3	22,5	134	166	176	203,5	105,3	131,5	105,7	106,1
Se	79,2	2,04	15,7	18,9	116,3	141,3	149,8	174,6	87,5	112	92,1	102
Br	79,9	(1,9)	—	16,4	—	—	—	—	(77,1)	—	176	135,5
Rb	85,5	(1,32)	—	10,9	—	—	—	—	(52,3)	—	168	147
Sr	87,6	(1,16)	—	9,4	—	—	—	—	(45,2)	—	165	159,6
Mo	96,0	0,81	—	4,7	—	—	—	—	(26,5)	—	103	111
Ag	107,9	0,46	2,5	2,5	17,4	22,7	24,3	27,1	13,3	16,5	56,5	61,4
Sn	119	0,35	—	1,57	—	—	—	—	16,5	—	47,1	51,7
Sb	120,2	0,31	—	1,21	—	—	—	—	56,1	—	—	—
J	126,9	0,29	—	0,92	—	—	—	—	46,0	—	—	—
Ba	137,4	0,26	—	0,8	—	—	—	—	35,4	—	—	—
Ce	140,3	0,248	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus den Zahlenwerten der Tabelle V geht hervor, daß der Massenabsorptionskoeffizient $\frac{\alpha}{\varrho}$ mit dem Atomgewicht der absorbierenden Substanz wächst und mit wachsendem Atomgewicht des als Strahlenquelle dienenden Stoffes abnimmt. Da die Versuche mit harten Fluoreszenzröntgenstrahlen der K-Reihe (Tabelle I) ausgeführt worden sind, und da als Härtemaß dieser Strahlen das Atomgewicht des Strahlensenders gelten kann (Whiddington), so läßt sich sagen, daß das Absorptionsvermögen der Stoffe mit wachsender Strahlenhärte abnimmt.

Betrachtet man die nach zunehmendem Atomgewicht des Strahlensenders geordneten Werte von $\frac{\alpha}{\varrho}$ näher, so findet man, daß es sich nur bei den leichten Stoffen, wie C, Mg und Al stetig verringert, während es bei den übrigen Stoffen zuerst abnimmt, sodann ansteigt, um nachher wieder kleiner zu werden. Ein klares Bild von der Veränderlichkeit des Absorptionsvermögens mit der Strahlenhärte gewinnt man aus Fig. 5, in der $\frac{\alpha}{\varrho}$ für die in der Horizontalreihe der Tabelle V aufgezählten Stoffe als Funktion vom Atomgewicht w des Strahlensenders, also als Funktion der Strahlenhärte dargestellt ist. In Fig. 5 sind als Abszissen auch die auf Grund des Whiddingtonschen Gesetzes berechneten Werte der Minimalgeschwindigkeit v_{min} eingetragen, mit der die negativen Elektronen (Kathodenstrahlen) innerhalb einer mit einer Silber-Antikathode ausgestatteten Röntgenröhre auf der Antikathode aufprallen müßten, damit wir eine Röntgenstrahlung der Qualität erzeugt bekommen, die von einem Stoff des Atomgewichtes w als Fluoreszenzröntgenstrahlung ausgesandt wird. Da wir über die Größenordnung der in der Praxis vorkommenden Kathodenstrahlengeschwindigkeiten eine nur mangelhafte Vorstellung besitzen, erschien es zweckmäßig, in Fig. 5 auch noch diejenigen Gleichspannungen E[1]) an-

---

[1]) Diese Spannungen lassen sich aus den Kathodenstrahlengeschwindigkeiten v auf Grund folgender einfacher Überlegung berechnen. Die Arbeit, die die elektrischen Kräfte leisten, um ein mit der elektrischen Ladung e behaftetes negatives Elektron von der Kathode bis zur Antikathode zu transportieren, ist $= eE$. Diese Arbeit wird in kinetische Energie umgewandelt. Ist m die Masse des negativen Elektrons, so ist die lebendige Kraft, die in dem mit der Endgeschwindigkeit v an der Antikathode anlangenden Elektron angehäuft ist, $= \frac{1}{2} mv^2$. Nun muß $\frac{1}{2} mv^2 = eE$, also $E = \frac{1}{2} \frac{m}{e} v^2$ sein. Bekanntlich ist $\frac{e}{m} = 1{,}7 \cdot 10^7$ in elektromagnetischen Einheiten. Also ist $E = \frac{1}{2 \cdot 1{,}7} \cdot v^2 \, 10^{-7}$ in elektromagnetischen Einheiten oder $E = 0{,}294 \cdot v^2 \cdot 10^{-15}$ Volt, wenn v in cm ausgedrückt ist. Wählt man für v die Einheit 1000 km, so erhält man: $E_{Volt} = 2{,}94 \cdot v^2$. Ist beispielsweise $v = 100000$ km (also $^1/_3$ der Lichtgeschwindigkeit), so ist $E = 2{,}94 \cdot 100^2 = 29400$ Volt.



320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
α/ϱ
Fe
Ag
Ni
Cu
Zn
Au
Pt
Ag
Mg
Al
w=50 60 70 80 90 100 110 120 130 140
v=50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 x 1000 km
E= 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 x 1000 Volt
α_Al= 0,02 0,05 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,5 2,0 3,0 4,0 mm

Fig. 5.

zugeben, die man der Röntgenröhre zur Erzielung der betreffenden Kathodenstrahlengeschwindigkeiten aufdrücken muß.

Wie Fig. 5 zeigt, nimmt das Absorptionsvermögen von Al innerhalb des Härtebereiches $w = 50$ bis 140 mit zunehmender „Strahlenhärte" stetig ab. Ähnlich ist auch das Verhalten von Mg und C. Wesentlich anders ist der Verlauf der übrigen Kurven. Danach nimmt wohl das Absorptionsvermögen dieser Stoffe anfänglich mit wachsender Härte stetig ab, erreicht aber bei einer bestimmten Härte ein Minimum, steigt sodann rapid an und nimmt nachher allmählich wieder ab.

Greift man nun die Werte von w heraus, bei denen sich das Minimum des Absorptionsvermögens beispielsweise von Fe, Ni, Cu und Zn einstellt, so ergibt sich die interessante Tatsache, daß dies bei den ungefähren Werten von $w = 57$, 62, 64 und 67 der Fall ist, also bei Werten von w, die den Atomgewichten dieser vier Stoffe nahezu gleich sind. Der momentane Anstieg der $\frac{\alpha}{\varrho}$ Werte tritt also bei denjenigen Kathodenstrahlengeschwindigkeiten ein, die für die von den betreffenden Stoffen ausgesandten Fluoreszenzröntgenstrahlenarten charakteristisch sind. Würde man also irgendeinen dieser Stoffe einer homogenen Röntgenstrahlung aussetzen, etwa der Strahlung einer idealen Röntgenröhre, von der wir voraussetzen wollen, daß sie eine vollkommen homogene Strahlung zu liefern imstande ist, und würde man die der Röhre aufgedrückte Spannung (die wir als reine Gleichspannung voraussetzen müssen) und damit die Strahlenhärte allmählich steigern, so würde eine ständige Abnahme des Absorptionsvermögens konstatiert werden können, bis nicht die Strahlung denjenigen Härtegrad, der den charakteristischen Röntgenstrahlen des bestrahlten Stoffes eigen ist, erreicht bzw. um eine Spur überragt. Sowie dies der Fall ist, tritt eine plötzliche Steigerung der Energieaufnahme und der β-Strahlenentwicklung ein, und der Stoff fängt plötzlich an, Fluoreszenzröntgenstrahlen nach außen zu senden.

Ähnlich ergibt sich auch für Silber eine stetige Abnahme von $\frac{\alpha}{\varrho}$ mit steigender Härte der Primärstrahlung, bis endlich bei $w =$ ungefähr 120 ein plötzliches Hinaufschnellen von $\frac{\alpha}{\varrho}$ eintritt. Auch hier ist die Unstetigkeitsstelle bei einem Werte von w zu finden, der etwas größer als das Atomgewicht des Stoffes ist ($w_{Ag} = 108$).

Ähnliche Unstetigkeitsstellen weisen auch die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurven für Gold und Platin auf, jedoch mit dem Unterschied, daß sie bei verhältnismäßig kleinen Werten von w, nämlich bei $w =$ ungefähr 77 bis 79 liegen. Diese Abweichung von Au und Pt ist sofort aufgeklärt, sobald man in die Tabelle I Einsicht nimmt. Wie aus dieser hervorgeht, sind Pt und Au befähigt, in die L-Serie gehörige, „weiche" Fluoreszenzröntgenstrahlen auszusenden, deren Al-Halbwertschichten im Mittel ungefähr 0,1 mm betragen. Sucht man nun in der K-Serie nach der Strahlung mit der gleichen Halbwertschicht, so findet man, daß dieser eine Substanz entspricht, deren Atomgewicht ungefähr 75 beträgt. Die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurven von Au und Pt verlaufen aber so, als würde ihr Atomgewicht ungefähr den Wert 75 haben, m. a. W., als würden sie eine Fluoreszenzröntgenstrahlung der K-Serie von der Härte $w = 75$ auszusenden imstande sein. Es ergibt sich also, daß die Unstetigkeitsstellen in den Kurven für Au und Pt ebenfalls mit der Aussendung von Fluoreszenzröntgenstrahlen zusammenhängen.

Die sprunghafte Änderung im Absorptionsvermögen irgendeines Stoffes und ihr Zusammenhang mit der Emission von Fluoreszenzröntgenstrahlen spricht beredt dafür, daß diese eine Art Resonanzerscheinung darstellt. Wir müssen uns vergegenwärtigen, daß jedes Atom ein System von Elektronen in sich enthält, die um einen Zentralpunkt (etwa um die in einem Kern konzentriert gedachte ponderable Masse des Atoms) Schwingungen vollführen, ähnlich wie die Planeten unseres Sonnensystems um die Sonne in ellipsenförmigen Bahnen kreisen. Wir müssen uns ferner vorstellen, daß es in einem Atom verschiedene Sorten von Elektronen



gibt, die eine Schwingung oder einen Umlauf in verschieden langen Zeiten vollführen, ähnlich wie die verschiedenen Planeten, wie die Venus, die Erde und der Jupiter verschiedene Zeiten zur Vollendung eines Umlaufes um die Sonne benötigen. Wird nun das Atom von Röntgenstrahlen getroffen, so wirken auf die Elektronen in rascher Folge aufeinanderfolgende elektrische Stoßkräfte ein, die bestrebt sind, die Elektronen aus dem Atomverband herauszureißen. Diese Stoßkräfte bringen solange, als die Impulsbreite oder die „Wellenlänge" der Röntgenstrahlen unterhalb eines gewissen Grenzwertes liegt, nur relativ schwache Wirkungen hervor, d. h. sie haben nur die Loslösung einer relativ geringen Zahl von Elektronen zur Folge. Sobald nun aber die Impulsbreite der Röntgenstrahlung einen ganz bestimmten Grenzwert erreicht, gerät eine gewisse Art von Elektronen in Resonanz, d. h. sie erfahren unter dem Einflusse der bestimmten Röntgenstrahlenart Impulse, deren Wirkungen sich so summieren, daß sie sich vom Atom mit Leichtigkeit loslösen. Es findet also im Innern des Stoffes eine starke Elektronenemission, d. h. eine starke β-Strahlenerzeugung statt. Da also bei der betreffenden Strahlenart zur Entstehung von β-Strahlen besonders günstige Bedingungen vorhanden sind, so muß der bestrahlte Stoff die Röntgenstrahlenenergie beim Übergang von weicheren Strahlen zu härteren beim Überschreiten jenes Grenzwertes der Strahlenhärte in verstärktem Maße aufsaugen. Die sich von den Atomen loslösenden, mit großer Geschwindigkeit fortfliegenden Elektronen werden nun zu einem großen Teil von Atomen, mit denen sie zusammenprallen, plötzlich gebremst und erzeugen dabei die für den Stoff charakteristische Röntgenstrahlung. Liegt die Härte der Primärstrahlen unterhalb der Grenze, so kommen wohl auch β-Strahlen zustande, es entstehen jedoch keine Fluoreszenzröntgenstrahlen, d. h. es tritt keine plötzliche Abbremsung der Elektronen ein.

Geht das Auftreten der Fluoreszenzröntgenstrahlung mit einer Vermehrung des Absorptionsvermögens einher, so muß das $\frac{\alpha}{\varrho}$ jedes Stoffes, der zur Hergabe von Fluoreszenzröntgenstrahlen befähigt ist, bei jener minimalen Härte der Primärstrahlung, die die Röntgenfluoreszenz hervorruft, eine sprunghafte Änderung erfahren, und es muß die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurve soviel Unstetigkeitsstellen aufweisen, als der Stoff verschiedene Arten von Fluoreszenzröntgenstrahlen zu liefern imstande ist.

Wie die Tabelle I zeigt, geben Stoffe, deren Atomgewicht kleiner als 100 ist, wenn sie mit Strahlen von weniger als $w = 140$ Härte bestrahlt sind, außer einer außerordentlich weichen Fluoreszenzröntgenstrahlung, deren Feststellung bisher nicht gelungen ist und auf dem Wege von Absorptionsmessungen auch kaum gelingen wird, nur eine Art weicher charakteristischer Strahlen ab. Die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurven dieser Stoffe müssen also im Gebiete $w = 0$ bis 140 eine Unstetigkeitsstelle zeigen. Dasselbe gilt auch von den Stoffen, deren Atomgewichte größer als 180 sind. Hiergegen müssen die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurven der mittelschweren Stoffe zwei Unstetigkeitsstellen aufweisen.

Unser Diagramm in Fig. 5 erstreckt sich bloß auf das Spektralgebiet $w = 50$ bis 140. Also können die $\frac{\alpha}{\varrho}$-Kurven von Stoffen, deren Atomgewichte kleiner als 50 sind, innerhalb jenes Gebietes überhaupt keine Unstetigkeit aufweisen. So verlaufen die Kurven von C, Mg und Al von $w = 50$ an bis 140 stetig. Auch dürfte der Teil der Al-Kurve, der sich bis hinab zu $w = 30$ erstreckt, und ähnlich dürften die C- und Mg-Kurven bis hinab zu $w = 20$ bzw. 12 stetig verlaufen. Auch können wir mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Fortsetzungen dieser Kurven über $w = 140$ hinaus frei von Unstetigkeitsstellen sind.

Sieht man von den weichen Strahlen mit weniger als 0,1 mm Al-Halbwertschicht ab, da solche in der Therapie praktisch nicht in Frage kommen, so kann man sagen, daß das Absorptionsvermögen von Kohle, von Aluminium oder irgendeinem anderen ähnlich leichten, ein-

fachen oder zusammengesetzten Stoff, wie z. B. Wasser, im ganzen Gebiet der heutigentags praktisch angewandten Röntgenstrahlen bis zu solchen von maximal 4 cm Wasserhalbwertschicht und mit großer Wahrscheinlichkeit auch im Gebiete noch härterer Strahlen stetig veränderlich ist, so daß man das Absorptionsvermögen von C, Mg, Al oder dasjenige von Wasser für ein Maß der Strahlenhärte ansehen kann.

Da also die Halbwertschichten von Al oder diejenigen von Wasser als ein Härtemaß homogener Röntgenstrahlen gelten können, ist in Figur 5 für die Abszissen noch eine weitere Skala eingetragen worden, welche die den verschiedenen Werten von w entsprechenden Al-Halbwertschichten in mm angibt und gleichzeitig mit einiger Annäherung die Skala der in cm gemessenen Wasserhalbwertschichten darstellt.

Die Absorptionskurven der Fig. 5 zeigen mit Ausnahme der Gebiete, in denen sie eine Unstetigkeit aufweisen, einen vollkommen gleichartigen Verlauf, was vermuten läßt, daß zwischen den Massenabsorptionskoeffizienten der verschiedenen Stoffe Proportionalität besteht. Dies tritt deutlich aus Tabelle VI hervor, in der die Verhältniszahlen der Massenabsorptionskoeffizienten der verschiedenen Stoffe zu denjenigen von Al eingetragen sind.

Tabelle VI.

Sekundärstrahlensender	Verhältnis der Absorptionskoeffizienten									
	$\frac{C}{Al}$	$\frac{Mg}{Al}$	$\frac{Fe}{Al}$	$\frac{Ni}{Al}$	$\frac{Cu}{Al}$	$\frac{Zn}{Al}$	$\frac{Ag}{Al}$	$\frac{Sn}{Al}$	$\frac{Pt}{Al}$	$\frac{Au}{Al}$
Cr	0,111	0,930	0,763	0,949	1,051	1,254	4,27	5,25	(3,8)	3,73
Fe	0,112	0,904	0,747	0,947	1,074	1,271	4,31	5,33	3,84	4,14
Co	0,108	0,887	0,938	0,939	1,052	1,278	4,38	5,47	3,92	4,27
Ni	0,108	0,876	5,31	0,953	1,046	1,259	4,44	5,55	3,99	4,28
Cu	0,105	0,866	5,62	1,314	1,111	1,277	4,48	5,70	4,06	4,40
Zn	0,104	0,881	5,61	6,7	1,408	1,272	4,44	5,71	4,12	4,52
As	0,103	0,857	5,95	7,29	7,82	9,045	4,68	5,84	4,69	4,71
Se	0,099	0,831	6,15	7,42	7,93	9,24	4,63	5,93	4,92	5,29
Br	—	—	—	—	—	—	—	—	10,7	8,28
Rb	—	—	—	—	—	—	—	—	15,4	13,5
Sr	—	—	—	—	—	—	—	—	17,6	17,0
Mo	—	—	—	—	—	—	—	—	22,0	23,5
Ag	0,104	0,88	6,96	8,80	9,72	10,84	5,32	6,60	22,6	24,6
Sn	0,109	—	—	—	—	—	10,5	—	30,0	32,9
Sb	—	—	—	—	—	—	46,3	—	—	—
J	0,125	—	—	—	—	—	50,0	—	—	—
Ba	0,10	—	—	—	—	—	44,5	—	—	—
Ce	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Wie wir daraus ersehen, variieren die Werte von $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_C : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$[1]) wie auch diejenigen von $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Mg} : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ so wenig, daß die Konstanz des Verhältnisses der Massenabsorptionskoeffizienten von C, Mg und Al nicht in Abrede gestellt werden kann. Auch für die schwereren Elemente R ergibt sich eine Konstanz des Verhältnisses $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$, und zwar innerhalb der beiden Spektralgebiete, die rechts und links von der kritischen Stelle liegen, bei der sich der Massenabsorptionskoeffizient $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R$ sprunghaft ändert. So z. B. finden wir für die Verhältniszahl von Kupfer innerhalb des sich von $w = 50$ bis 63,5 erstreckenden Spektralgebietes einen nahezu konstanten Wert, und zwar im Mittel 1,05, und innerhalb des rechts von der Unstetigkeitsstelle liegenden Spektralgebietes zwischen 8 und 10 liegende Werte, die eine nur schwache Tendenz zum Steigen zeigen. Ähnlich ist die Verhältniszahl für Silber innerhalb des ganzen

[1]) Die in Tabelle VI enthaltenen Verhältniszahlen für Kohle sind die unter Berücksichtigung der Strahlenzerstreuung korrigierten Werte, die von Barkla und Collier in Phil. Mag. 23, S. 995, 1912 angegeben worden sind.



Gebietes von w = 50 bis w = annähernd 108 konstant, steigt sodann bei w = ca. 108 plötzlich auf annähernd das Zehnfache an und bleibt nachher im Gebiete von w = 109 bis 140 nahezu unveränderlich bei diesem Werte stehen.

Der Umstand, daß nicht allein diejenigen Elemente, die eine K-Strahlung aussenden, sondern auch solche, die eine L-Strahlung hergeben, bei derjenigen weichsten Primärstrahlung, die die charakteristische Strahlung wachzurufen gerade noch imstande ist, eine sprunghafte Änderung des Verhältnisses $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ aufweisen, legt die Annahme nahe, daß die Verhältniszahl $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ oder auch $\frac{\alpha_R}{\alpha_{Al}}$ (ϱ_R und ϱ_{Al} sind ja konstant!) für irgendein Element R beim Übergang von weichen Primärstrahlen zu härteren jedesmal beim Überschreiten einer kritischen Strahlenhärte eine sprunghafte Änderung erleidet, während sie zwischen je zwei kritischen Stellen konstant bleibt, d. h. daß die Verhältniszahl mit der Härte der Primärstrahlung treppenförmig ansteigt.

Denken wir uns eine Platte aus einem Element R, das mehrere verschiedene Arten von Fluoreszenzröntgenstrahlen auszusenden imstande ist, und eine Aluminiumplatte gleichzeitig der Wirkung einer Quelle homogener Röntgenstrahlen ausgesetzt und die Strahlenhärte allmählich gesteigert. Solange die Strahlung sehr weich ist, absorbieren beide Platten die Röntgenstrahlung in sehr starkem Maße. Mit zunehmender Strahlenhärte nimmt aber das Absorptionsvermögen beider Stoffe ab, und zwar in der Weise, daß dabei das Verhältnis ihrer Absorptionskoeffizienten konstant bleibt. Nehmen wir an, $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R$ wäre hierbei das 2fache von $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$. Wenn nun die immer härter werdende Primärstrahlung den Härtegrad erreicht, bei dem sie in dem Element R die Fluoreszenzröntgenstrahlung der weichsten Gattung wachruft, tritt eine plötzliche Steigerung des Absorptionsvermögens von R ein, und $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R$ und damit auch $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ springt auf einen hohen Betrag, beispielsweise auf den Wert 10. Steigert man die Härte der Primärstrahlung weiter, so nimmt das Absorptionsvermögen von Aluminium in unveränderter Weise immer weiter ab, aber auch das $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R$ verringert sich, und zwar so, daß sein Verhältnis zu $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ konstant bleibt. Das bei zunehmender Härte der Primärstrahlung abnehmende Absorptionsvermögen des Elementes R bleibt also unabänderlich das 10fache von demjenigen des

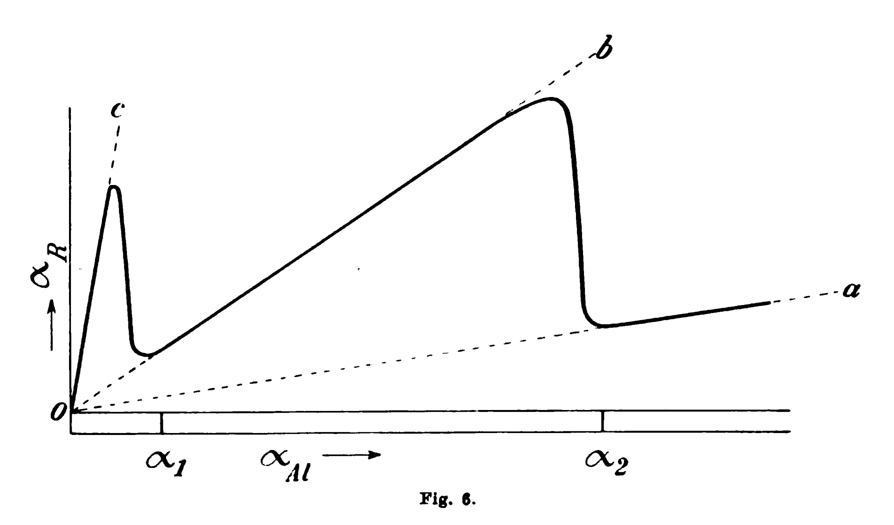


Fig. 6.

Aluminiums. Dies ist aber nur solange der Fall, als die Härte der Primärstrahlung unterhalb derjenigen kritischen Grenze bleibt, bei der das Element R die nächst härtere Fluoreszenzröntgenstrahlung auszusenden beginnt. Sobald die Primärstrahlung diese Härtegrenze über-

schreitet, tritt wieder eine plötzliche Steigerung des Verhältnisses $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$, beispielsweise auf den Wert 100, ein. Von jetzt ab absorbiert das Element konstant 100 mal stärker als Aluminium und, wenn jetzt das Absorptionsvermögen beider Elemente mit weiter steigender Strahlenhärte sinkt, so geschieht dies wieder bei beiden paritätisch, so daß das Verhältnis von $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_R$ zu $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ unverändert = 100 bleibt. Usf.

Dies läßt sich auch noch folgendermaßen veranschaulichen. Tragen wir als Abszissen die Werte des Absorptionskoeffizienten α_{Al} (Fig. 6) und als Ordinaten die Werte α_R für ein Element R größeren Atomgewichtes auf. Gehen wir von ganz weichen Strahlen, also von hohen Werten von α_{Al} aus Mit abnehmendem α_{Al} nimmt α_R proportional, also gemäß einer durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehenden Geraden Oa ab. Sowie α_{Al} den für die weichste Fluoreszenzröntgenstrahlung des Elementes charakteristischen Wert α_2 erreicht, steigt α_R auf einen hohen Wert. Nun beginnt α_R bald wieder abzunehmen, und zwar wieder proportional α_{Al}. Es variiert also α_R wieder linear, und zwar nach einer steiler verlaufenden Geraden Ob. Bei der nächsten kritischen Stelle α_1 erfolgt wieder ein plötzlicher Anstieg von α_R, woran sich ein Abfall nach der steilen Geraden Oc anschließt.

3. Über Sekundärstrahlentherapie.

Massive Sekundärstrahlensender.

Eine mehrfach erprobte therapeutische Anwendung der Sekundärstrahlung besteht darin, daß man in eine Körperhöhle, beispielsweise in die Vagina, einen geeignet geformten massiven Körper, z. B. einen Tubus einführt und diesen so bestrahlt, daß die Strahlen die pathologischen Gewebeteile durchsetzen müssen, um zum Tubus zu gelangen. Dann gehen von diesem Sekundärstrahlen aus, die in die ihm benachbarten Gewebeteile eindringen und dort verschluckt werden. Den Sekundärstrahlensender wählt man zweckmäßig so dickwandig, daß die in ihn eindringende Röntgenstrahlung in ihm vollständig absorbiert wird und er nur auf der Inzidenzseite Sekundärstrahlen aussendet.

Nehmen wir zur Vereinfachung der Darstellung an, daß der Sekundärstrahlensender die Form einer Platte besitzt (Fig. 7), daß diese senkrecht bestrahlt ist, ferner, daß die Primärstrahlung homogen und so hart ist, daß sie im Sekundärstrahlensender die Fluoreszenzröntgenstrahlung wachzurufen vermag. Die ankommende Primärstrahlung, deren Intensität auf der Plattenoberfläche = I_{p_0} sei, dringt in die Platte ein und wird durch Absorption (zum Teil auch infolge der Dispersion der aus einem Punkte quellenden Strahlung) von Schicht zu Schicht geschwächt, so daß in die in der Tiefe x liegende Schicht nur noch ein Bruchteil von I_{p_0} gelangt. Ein Teil dieser Energie wird nun von der Schicht nach allen Richtungen zerstreut, ein anderer Teil verschluckt. Die verschluckte Energie wird in β-Strahlung, und ein Teil von dieser wiederum in Fluoreszenzröntgenstrahlung umgeformt.

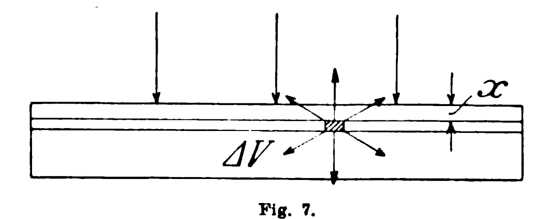


Fig. 7.

Betrachten wir von den drei Strahlengattungen, die von einem Volumenelement ΔV der Schicht nach allen Richtungen hin ausgestrahlt werden, nur die Fluoreszenzröntgenstrahlung. Von dieser Strahlungsenergie wird die eine Hälfte nach der Seite hin, von der die Primärstrahlung kommt (der Zeichnung gemäß nach oben), gestrahlt, während die andere Hälfte nach Innen (nach unten) gesandt wird. Die nach der Inzidenzseite hin gestrahlte Energie gelangt aber nicht ungeschmälert nach außen, denn sie muß ja die ΔV überlagerte Schicht durchsetzen. In dieser wird ein Teil der Strahlenenergie absorbiert, und es gelangt nur ein Rest nach außen. Dieser macht einen um so größeren Prozentsatz der gesamten von ΔV ausgesandten

Fluoreszenzstrahlungsenergie aus, je größer das Durchdringungsvermögen dieser Strahlung für den Stoff, d. h. je kleiner sein Absorptionskoeffizient α_2 für die in ihm entspringende Fluoreszenzröntgenstrahlung ist, und je dünner die Schicht ist, welche die Fluoreszenzröntgenstrahlung zu durchdringen hat, um nach außen zu gelangen. Der von der Sekundärstrahlung im Innern des Sekundärstrahlensenders zurückzulegende Weg ist aber um so kürzer, je geringer das Durchdringungsvermögen der Primärstrahlung für die Substanz des Sekundärstrahlensenders, d. h. je größer deren Absorptionskoeffizient α_1 für die Primärstrahlung ist. Denn je weicher die Primärstrahlung in bezug auf den Sekundärstrahlensender erscheint, d. h. je weniger tief sie in den Sekundärstrahlensender eindringt, um so dünner ist die Oberflächenschicht, auf die die Erzeugung von Fluoreszenzröntgenstrahlen eingeschränkt ist, und um so kürzer ist der Weg, den diese zurückzulegen haben, um die Oberfläche zu erreichen und ins Freie zu gelangen.

Die vom Sekundärstrahlensender ausgestrahlte Fluoreszenzröntgenstrahlung muß also einen um so größeren Prozentsatz der Energie der Primärstrahlung darstellen, je größer α_1 und je kleiner α_2 ist, d. h. je größer $\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)$ ist. Dies gilt allerdings nur unter der bisher stillschweigend gemachten Voraussetzung, daß der Wirkungsgrad der Umsetzung der Primärstrahlenenergie in Fluoreszenzröntgenstrahlung bei jeder Gattung der Primärstrahlung der gleiche ist. In Wirklichkeit trifft diese Voraussetzung nicht zu, denn, wie wir im ersten Abschnitt auseinandergesetzt haben, wird ein um so kleinerer Bruchteil k der durch die Primärstrahlung wach gerufenen β-Strahlenenergie in Fluoreszenzröntgenstrahlung umgewandelt, je härter die Primärstrahlung, d. h. je kleiner ihre Impulsbreite ist. Das Verhältnis der Energie der dem Sekundärstrahlensender entströmenden Fluoreszenzröntgenstrahlung zur Energie der in ihn eindringenden Primärstrahlung ist also von zwei Größen abhängig: von der Verhältniszahl $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ und von der Ziffer k.

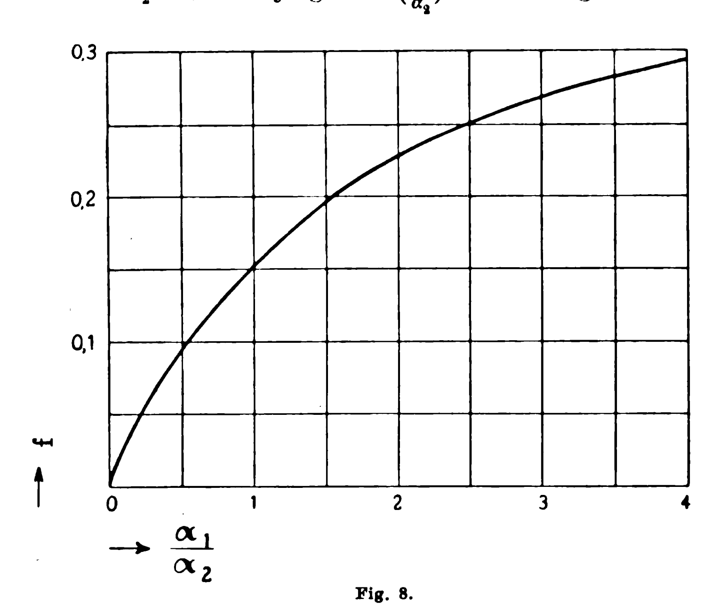


Fig. 8.

Bedeutet I_{s_0} die Intensität der aus dem Sekundärstrahlensender senkrecht zu seiner Oberfläche heraustretenden Fluoreszenzröntgenstrahlung, also diejenige Energie, die in Form von Fluoreszenzröntgenstrahlung aus der Oberfläche des Sekundärstrahlensenders pro cm² innerhalb einer Sekunde senkrecht ausströmt, und I_{p_0} die Intensität der Primärstrahlung in der Oberfläche des Sekundärstrahlensenders, so kann gesetzt werden:

$$I_{s_0} = k f I_{p_0},$$

worin f eine vom Werte von $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ abhängige Größe bedeutet.

Bragg und Porter[1]) haben die Funktion f auf rechnerischem Wege abgeleitet und gefunden, daß diese in Abhängigkeit von $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ den in Fig. 8 wiedergegebenen Verlauf zeigt.

$\frac{I_{s_0}}{I_{p_0}}$ läßt sich also aus k und f in einfacher Weise ermitteln. Man braucht nur an Hand der Kurve in Fig. 8 den dem Werte von $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ entsprechenden Wert von f herauszusuchen und diesen mit k zu multiplizieren.

[1]) l. c.

Uns interessiert es aber nicht nur $\frac{I_s}{I_p}$ zu kennen, sondern die Frage zu beantworten, ob man in den vor dem Sekundärstrahlensender liegenden Gewebepartien durch die von ihm ausgehende Fluoreszenzröntgenstrahlung einen wesentlichen Zusatz zu der von der Primärstrahlung allein herrührenden Röntgendosis erhält. Bedeuten β_1 und β_2 die Absorptionskoeffizienten der Gewebesubstanz für die Primärstrahlung und die Fluoreszenzröntgenstrahlung, so stellen $\beta_1 I_{p_0}$ und $\beta_2 I_{s_0}$ ein Maß der Röntgendosen dar, die von der den Sekundärstrahlensender berührenden Gewebeschicht aufgefangen werden und einesteils von der Primärstrahlung, andererseits von der Fluoreszenzröntgenstrahlung herrühren. Das Verhältnis der durch die Fluoreszenzröntgenstrahlung gewonnenen Dosis D_{s_0} zu der von der Primärstrahlung herrührenden D_{p_0} ist also, wenn man für $\frac{I_{s_0}}{I_{p_0}}$ den früher gefundenen Wert einsetzt:

$$\frac{D_{s_0}}{D_{p_0}} = \frac{\beta_2}{\beta_1} k f.$$

Dies gilt für die am Sekundärstrahlensender liegende Gewebeschicht. Geht man von diesem in eine gewisse Entfernung y ab, so haben die Intensitäten I_{p_y} der Primärstrahlung und I_{s_y} der Fluoreszenzröntgenstrahlung bereits andere Werte; und zwar ist I_{p_y} größer als I_{p_0}, während I_{s_y} kleiner als I_{s_0} ist. Da β_2 in den meisten Fällen sehr groß ist und demzufolge die Halbwertschicht der Sekundärstrahlung $(= \frac{0{,}693}{\beta_2})$ meistens nur Bruchteile eines Millimeters oder wenige Millimeter beträgt, so klingt I_{s_y} mit wachsendem y sehr schnell ab. In der Regel erstreckt sich die Reichweite der Sekundärstrahlung nur auf einige Millimeter und nur selten auf einige Zentimeter.

Der Braggschen Ableitung der Funktion f liegt die Annahme zugrunde, daß der Sekundärstrahlensender eine Platte von unendlich großer Flächenausdehnung ist. Dieser Fall läßt sich praktisch nicht verwirklichen. Doch in den meisten Fällen (wenn man den Sekundärstrahlensender aus einem harte Röntgenstrahlen relativ stark absorbierenden Stoffe fertigt) können die in Fig. 8 veranschaulichten Werte von f auch dann noch für gültig angesehen werden, wenn der Sekundärstrahlensender eine beispielsweise kreisrunde Platte von nur einigen Zentimetern Durchmesser ist. Auch können wir in solchem Falle mit großer Annäherung annehmen, daß I_{s_0} in allen Punkten der Platte — von den Randpartien abgesehen — konstant ist und können uns vergegenwärtigen, daß aus der Platte in der zu ihrer Oberfläche senkrechten Richtung ein überall gleichmäßiger Sekundärstrahlenstrom entweicht, der in einer dünnen Schicht der mit der Platte in Berührung stehenden Weichteile fast gänzlich verschluckt wird.

Die im vorhergehenden zusammengestellten Daten vom Absorptionsvermögen verschiedener Substanzen und die Ergebnisse der Forschungen über Fluoreszenzröntgenstrahlen wollen wir nun dazu verwerten, Aufschluß über die Wirkungen zu erhalten, die man mit verschiedenen Stoffen als Sekundärstrahlensendern erzielen kann. Leider stehen zu wenig Erfahrungsdaten zur Verfügung, als daß man in den Stand gesetzt wäre, die Wirkungen der Sekundärstrahlung aller oder der wichtigsten Stoffe rechnerisch zu verfolgen. Wir müssen uns damit begnügen, wenigstens von einigen wenigen Elementen Näherungswerte zu gewinnen, wobei wir leider nicht einmal in das Gebiet der sehr harten Strahlen eindringen können.

Wir greifen zwei Vertreter der leichteren Elemente (Atomgewicht kleiner als 100) und je einen von den mittelschweren (Atomgewicht zwischen 100 und 150) und der ganz schweren Elemente heraus, und zwar wählen wir Kupfer (52) und Zink (65) aus der ersten Gruppe, ferner Silber (108) und Gold (197) aus den anderen beiden.

Ia) Kupfer. Wie aus Tabelle V hervorgeht, ist der Massenabsorptionskoeffizient von Kupfer für die von ihm ausgehende Fluoreszenzröntgenstrahlung $\frac{\alpha_2}{\varrho} = 53{,}0$.



Die Fluoreszenzröntgenstrahlung kann in Kupfer nur durch eine solche Primärstrahlung wachgerufen werden, deren Impulsbreite kleiner als diejenige der Cu-Strahlung ist, mit anderen Worten: durch solche homogenen Strahlen, die von Stoffen ausgesandt werden, deren Atomgewichte größer als dasjenige von Kupfer sind. Greifen wir von diesen Strahlenarten einige solche, wie z. B. die As-, Se- und Ag-Strahlung heraus, für die das Absorptionsvermögen von Kupfer (der Wert von $\frac{\alpha_1}{\varrho}$) bekannt ist. Wir können sodann die Verhältniszahlen $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ (aus der Tabelle V) berechnen und aus Fig. 8 die diesen entsprechenden Werte von f herausgreifen. Es fehlen uns noch die Werte von k. Der Tabelle II können wir zwei Werte von k, und zwar die für die As- und die Sn-Strahlung, entnehmen. Für die übrigen Strahlenarten müssen sie interpoliert werden.

Wir fassen auch noch die Ce-Strahlung als Vertreterin der harten Strahlen ins Auge. Der dieser entsprechende Wert von $\left(\frac{\alpha_1}{\varrho}\right)$ ist experimentell nicht ermittelt. Wir berechnen ihn aus $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$, indem wir die Voraussetzung machen, daß Kupfer keine solche Fluoreszenzröntgenstrahlung auszusenden imstande ist, deren Härtegrad zwischen denjenigen der Cu- und der Ce-Strahlung liegt, und daß demzufolge das Verhältnis $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Cu} : \left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ für Strahlen, die härter als die Cu-Strahlung und nicht härter als die Ce-Strahlung sind, konstant ist. Der der Ce-Strahlung entsprechende Wert von k ist sicherlich kleiner als 0,2. Um jedoch einen oberen Grenzwert für I_{s_0} zu erhalten, setzen wir k für die Ce-Strahlung = 0,2.

Zur Berechnung des Verhältnisses der von der Sekundärstrahlung und der Primärstrahlung herrührenden Dosen ist noch die Kenntnis von $\frac{\beta_2}{\beta_1}$ erforderlich. Da der Absorptionskoeffizient der Weichteile des menschlichen Körpers demjenigen vom Aluminium innerhalb des ganzen für die Therapie in Frage kommenden Spektralbereiches der Röntgenstrahlen proportional ist, so kann an Stelle von $\frac{\beta_2}{\beta_1}$ auch das Verhältnis der Absorptionskoeffizienten von Aluminium für die Sekundärstrahlung und die Primärstrahlung gesetzt werden. Wenn wir also das $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ für die Kupferstrahlung, das der Tabelle V gemäß = 47,7 ist, durch die ebenfalls der Tabelle V entnehmbaren Werte von $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ für die charakteristischen Strahlen von As, Se, Ag und Ce der Reihe nach dividieren, so erhalten wir die verschiedenen in Frage kommenden Werte von $\frac{\beta_2}{\beta_1}$ für Kupfer.

Tabelle VII.

Fluoreszenz-R.-Str. von	Primärstrahlung $\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al}$ cm^{-1}, gr^{-1}	a_{Al} mm	$\frac{\alpha_1}{\varrho}$ cm^{-1}, gr^{-1}	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	$\frac{\beta_2}{\beta_1}$	f	k	$\frac{I_{s_0}}{I_{p_0}} = kf$	$\frac{D_{s_0}}{D_{p_0}} = \frac{\beta_2}{\beta_1} k f$
			a) Kupfer $\left(\frac{\alpha_2}{\varrho} = 53{,}0\right)$						
As	22,5	0,114	176	3,32	2,12	0,28	0,34	0,095	0,20
Se	18,9	0,136	149,8	2,82	2,52	0,26	0,3	0,08	0,20
Ag	2,5	1,035	24,3	0,46	19,1	0,09	0,22	0,02	0,38
Ce	0,6	4,27	5,8	0,11	80	0,02	(0,2)	(0,004)	0,3
			b) Zink $\left(\frac{\alpha_2}{\varrho} = 50{,}1\right)$						
As	22,5	0,114	203,5	3,34	1,75	0,28	0,37	0,10	0,18
Se	18,9	0,136	174,6	2,89	2,08	0,27	(0,35)	0,1	0,2
Ag	2,5	1,035	27,1	0,445	15,8	0,09	0,23	0,021	0,33
Ce	0,6	4,27	6,5	0,105	66	0,02	(0,2)	0,004	0,25

Wie aus der Tabelle VII hervorgeht, beträgt die von der Fluoreszenzröntgenstrahlung des kupfernen Sekundärstrahlensenders herrührende Oberflächendosis D_{s_0} bei den in Betracht gezogenen Primärstrahlenarten 20 bis 40% derjenigen Dosis D_{p_0}, die von den Primärstrahlen in der den Sekundärstrahlensender unmittelbar berührenden Gewebeschicht abgegeben wird. Auch zeigt es sich, daß das Verhältnis D_{s_0}/D_{p_0}, das das Produkt von drei Faktoren ist, von denen zwei (k und f) mit wachsender Härte der Primärstrahlung abnehmen, während der dritte $\left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)$ zunimmt, bei einer bestimmten Härte der Primärstrahlung ein Maximum ist. Dieses dürfte in der Nähe der Ag-Strahlung, also einer Strahlung von ungefähr 1 cm Halbwertschicht, liegen.

Der für die Ce-Strahlung errechnete Wert von D_{s_0}/D_{p_0} ist zu hoch, da für k ein zu großer Wert eingesetzt worden ist. Bei einer Strahlung von 4,5 cm Halbwertschicht beträgt also D_{s_0} weniger als 30% und bei noch härteren Strahlen einen noch geringeren Prozentsatz von D_{p_0}.

Für die Praxis scheiden die in Tabelle VII aufgenommenen weichen As- und Se-Strahlen vollkommen aus, da diese von Weichteilschichten von wenigen Millimetern vollkommen verschluckt werden. Auch die Ag-Strahlung von 1 cm Halbwertschicht kommt in der Tiefentherapie selten in Betracht, da es nur dann Zweck hat mit dieser zu operieren, wenn man mit der Strahlung höchstens in 1 bis 2 cm Tiefe vordringen will. Die Domäne der Tiefentherapie erstreckt sich lediglich auf Strahlen von mehr als 5 cm Halbwertschicht.

Beurteilt man den Wert des Kupfers als Sekundärstrahlensender von diesem Gesichtspunkt, so zeigt es sich an Hand der Tabelle VII, daß man mit ihm bei der weichsten für die Tiefentherapie geeigneten Primärstrahlung von ungefähr 4,5 cm Halbwertschicht eine Vermehrung der Tiefendosis um etwa 25% erzielt. Bei härteren Strahlen ist der Gewinn geringer.

Diese Zahlenwerte lassen wohl das Kupfer für den gedachten Zweck ganz zweckmäßig erscheinen, da eine Vermehrung der Tiefendosis um etwa 20 bis 25% einen recht beachtenswerten Gewinn bedeutet. Doch dies ist nur ein Scheinerfolg. Man darf nämlich nicht aus dem Auge verlieren, daß die Cu-Strahlung sehr weich, nämlich eine 0,5 mm-Strahlung $\left[\left(\frac{\alpha}{\varrho}\right)_{Al} = 53{,}0 \text{ also } \alpha_{Al} = 129 \text{ und } a_{Al} = 0{,}05 \text{ mm}\right]$ ist, also von einer Weichteilschicht von ungefähr 2,5 mm Dicke vollkommen absorbiert wird. Da die Reichweite der Cu-Strahlung so außerordentlich gering ist, so beträgt die Vermehrung der Tiefendosis nur in einer etwa 0,1 mm dünnen Schicht der mit dem Kupfer in Berührung stehenden Weichteile 25%; in 0,5 mm Entfernung von der Oberfläche des Sekundärstrahlensenders ist die Intensität I_s der Sekundärstrahlung nur mehr die Hälfte von I_{s_0} und die Vermehrung der Dosis nur mehr 12% und in 1 mm Entfernung nur mehr 6% von D_p. Dies spiegelt sich auch in den Werten von I_{s_0}/I_{p_0} wider. Der Ce-Strahlung entspricht nämlich als Wert dieser Verhältniszahl 0,004. Die Intensität der Cu-Strahlung beträgt also weniger als ½% derjenigen der Primärstrahlung. Wenn es nun der Sekundärstrahlung trotz ihrer verschwindend geringen Intensität gelingt, eine nennenswerte Vermehrung der Tiefendosis herbeizuführen, so liegt das einzig und allein an ihrer relativ leichten, und zwar 80mal leichteren Absorbierbarkeit.

Die relativ besten Dienste leistet Kupfer dann, wenn man in einer geringen Tiefe, beispielsweise in 5—15 mm Tiefe unterhalb der Körperoberfläche therapeutische Wirkungen hervorbringen will und man sich einer homogenen Primärstrahlung von ungefähr 1 cm Halbwertschicht bedient. Wohl wird auch dann die Reichweite der Sekundärstrahlung die gleiche sein, denn diese ist für ein bestimmtes Material unveränderlich, aber der Gewinn an Röntgendosis ist wesentlich größer, denn man erzielt eine Steigerung der Dosis um rund 40%.



b) Zink. Ein ähnliches Resultat liefern die in analoger Weise für Zink durchgeführten Rechnungen, deren Ergebnisse ebenfalls in Tabelle VII zusammengetragen sind.

Wie die Zahlenwerte der vorletzten Kolumne zeigen, sind die Intensitäten I_{s_0} der Zn-Strahlung gleich denjenigen der unter gleichen Verhältnissen, d. h. bei gleicher Intensität der Primärstrahlung entstehenden Cu-Strahlung. Die Dosen D_{s_0} sind aber des Umstandes wegen, daß die Zn-Strahlung die Weichteile leichter durchdringt als die Cu-Strahlung, relativ kleiner als die mit Cu erzielbaren.

Die optimale Wirkung des Zinks dürfte auch bei der 1 cm-Strahlung zu suchen sein. Die bei Anwendung von 4,5 cm-Strahlen erzielbare Dosissteigerung beträgt weniger als 25%, schätzungsweise 20%, der von den Primärstrahlen herrührenden Dosis. Die Halbwertschicht und Reichweite[1]) der Zn-Strahlung sind etwas größer als diejenigen der Cu-Strahlung. Die Halbwertschicht beträgt 0,65 mm, die Reichweite ungefähr 3 mm.

II. Silber. Da die Werte von k für Stoffe größeren Atomgewichtes experimentell nicht ermittelt sind, so lassen sich ähnliche Rechnungen, wie wir sie für Kupfer und Zink angestellt haben, für Silber nicht vollständig durchführen. Es läßt sich nur auf dem Wege einer etwas unsicheren Extrapolation der für die Sn-Strahlen geltende Wert von k schätzungsweise ermitteln und für die Wirkung der von Silber ausgehenden Sekundärstrahlung unter Annahme einer Primärstrahlung von der Qualität der Sn-Strahlen ein Wahrscheinlichkeitswert gewinnen.

Die Sn-Strahlung ist annähernd diejenige weichste Primärstrahlung, die befähigt ist, in Silber die Fluoreszenzröntgenstrahlung der K-Serie auszulösen. Für diese Strahlung ergibt sich als Wert von k ungefähr 0,5. Dieser kann auch ohne weiteres für die nur wenig härtere Sb-Strahlung, für die Silber ein Maximum des Absorptionsvermögens aufweist, als gültig angenommen werden. Unter dieser Annahme ergibt sich, daß die Intensität I_{s_0} der Sekundärstrahlung 15% von derjenigen der Primärstrahlung auf der Silberoberfläche und daß die von ihr herrührende Dosis D_{s_0} 30% von D_{p_0} beträgt. Die Ag-Strahlung kommt also unter Annahme einer Primärstrahlung von ungefähr 2 cm Halbwertschicht in bezug auf die mit ihr erzielbare Dosisvermehrung den im obigen behandelten Stoffen kleinen Atomgewichtes gleich. Es besteht jedoch zwischen Silber einerseits und beispielsweise Kupfer oder Zink andererseits der wesentliche Unterschied, daß die Reichweite der Ag-Strahlung vielfach größer als diejenige der Cu- oder der Zn-Strahlen ist. Während die Wirkung dieser schon in 1 mm Entfernung von der Oberfläche des Sekundärstrahlensenders auf ein Viertel der in der Oberflächenschicht erzielten abgeklungen ist, beträgt die im Falle des silbernen Sekundärstrahlensenders in 1 cm Entfernung gewonnene Dosissteigerung immer noch die Hälfte derjenigen, die wir in den den Sekundärstrahlensender unmittelbar berührenden Gewebeschichten gewinnen, also etwa 15% der von der Primärstrahlung allein herrührenden Dosis.

Um uns eine Vorstellung von den mit Silber erzielbaren Maximalwirkungen bilden zu können, ist in Tabelle VIII eine Zusammenstellung der Werte von $\frac{I_{s_0}}{I_{p_0}}$ und von D_{s_0} / D_{p_0} unter der Annahme von Strahlen von 2—12 cm Halbwertschicht für den hypothetischen Fall gegeben, daß für alle diese Strahlenarten k = 0,5 ist. Diese Annahme ist durchaus willkürlich und demzufolge sind die in den zwei letzten Kolumnen enthaltenen Zahlenwerte rein ideell. Aller Wahrscheinlichkeit nach nimmt k mit zunehmender Härte der Primärstrahlung ab, ähnlich wie dies für Kupfer und Zink der Fall ist, und zwar vermutlich so stark, daß das D_{s_0}/D_{p_0} mit zunehmender Härte der Primärstrahlung nach Überschreitung eines Maximums kleiner wird.

---

[1]) Unter Reichweite einer Strahlung ist hier die Dicke der Weichteilschicht verstanden, von der 97% der in sie eintretenden Strahlenenergie der betreffenden Art (also praktisch die gesamte Energie) absorbiert werden. Die Reichweite ist also = dem Fünffachen der Halbwertschicht.

Tabelle VIII.

Halbwertschicht der Primärstrahlung cm	$\frac{\alpha_1}{\varrho}$ cm^{-1}, gr^{-1}	$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	$\frac{\beta_2}{\beta_1}$	f	k angenommen	$\frac{I_{s_0}}{I_{p_0}} = kf$	$\frac{D_{s_0}}{D_{p_0}} = \frac{\beta_2}{\beta_1} kf$
Silber $\left(\frac{\alpha_2}{\varrho} = 13{,}3\right)$							
2,1 (Sb-Strahlung)	56,1	4,22	2,06	0,30	0,5	0,15	0,31
3,2 (Ba-Strahlung)	35,4	2,59	3,1	0,255		0,13	0,41
4,3 (Ce-Strahlung)	28,2	2,12	4,2	0 233		0,12	0,49
5	24,1	1,81	4,9	0,217		0,11	0,53
6	20,1	1,51	5,85	0,198		0,10	0,58
8	15,0	1,13	7,8	0,165		0,08	0,65
10	12,0	0,91	9,8	0,145		0,07	0,72
12	10,0	0,75	11,7	0,127		0,06	0,75

Haben auch die Zahlenwerte in Tabelle VIII nur einen problematischen Wert, so läßt sich doch immerhin erkennen, daß die bei sehr harten Primärstrahlen erzielbare Dosisvermehrung auf keinen Fall mehr als 50—75% von D_{p_0} betragen kann.

III. Gold. Auch für Gold sind die Werte von k unbekannt und die Berechnung von I_{s_0}/I_{o_p} D_{s_0}/D_{p_0} undurchführbar. Bezüglich des Wertes von k lassen sich überhaupt keine Vermutungen aussprechen, weil es sich da um eine Strahlung der L-Serie handelt. Aber trotzdem lassen sich aus der wieder unter Annahme eines konstanten k durchgeführten Rechnung gewisse Anhaltspunkte gewinnen.

Nimmt man Primärstrahlungen von 1 cm Halbwertschicht im Minimum an, so ergeben sich Werte für f und für $\frac{\beta_2}{\beta_1}$, die einander umgekehrt proportional sind, so daß das Produkt aus $\frac{\beta_2}{\beta_1}$ und f nahezu vollkommen konstant ist und demzufolge für D_{s_0}/D_{p_0} unter Annahme eines konstanten k für alle Strahlenarten derselbe Betrag resultiert. Für $k = 0{,}5$ erhält man D_{s_0}/D_{p_0} = konstant 0,5. Da k aller Wahrscheinlichkeit nach mit steigender Härte abnimmt, so ergeben sich bei Gold für D_{s_0}/D_{p_0} mit der Härte abnehmende Werte.

Die Reichweite der Au-Strahlung beträgt 5 mm; sie ist also nur doppelt so groß als diejenige der Cu- oder der Zn-Strahlung. Darüber, ob jene wirksamer ist als diese beiden, kann nichts Bestimmtes gesagt werden.

Es muß noch die Frage erörtert werden, ob man mit der vom Sekundärstrahlensender gestreuten Primärstrahlung eine nennenswerte therapeutische Wirkung erzielen kann.

Die Intensität I_{z_0} der zerstreuten Strahlung in der Oberfläche des plattenförmig gedachten Sekundärstrahlensenders läßt sich ebenso berechnen, wie wir oben I_{s_0} berechnet haben, wenn wir die für eine Überschlagsrechnung zulässige Annahme machen, daß die Streuung nach allen Richtungen des Raumes gleichförmig erfolgt. Dann gilt:

$$I_{z_0} = \nu f I_{p_0},$$

wenn ν denjenigen Prozentsatz der scheinbar absorbierten Strahlenenergie bedeutet, der nach allen Richtungen hin gestreut wird. Also ist $\nu = \frac{\sigma}{\alpha_1 + \sigma}$, wenn σ den Streuungskoeffizienten und α_1 den Absorptionskoeffizienten der Substanz des Sekundärstrahlensenders für die Primärstrahlung bedeutet ($\alpha_1 + \sigma$ ist der scheinbare Absorptionskoeffizient).

Zu obiger Formel von I_{s_0} muß noch bemerkt werden, daß im vorliegenden Falle $\alpha_2 = \alpha_1$, also $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 1$ und somit $f = 0{,}155$ (siehe Fig. 8) ist. Also ist:

$$I_{z_0} = 0{,}155 \frac{\sigma}{\alpha_1 + \sigma} I_{p_0}.$$

Greifen wir als Beispiele Kupfer und Silber heraus. Nach den erwähnten Messungen von **Barkla** und **Sadler** ist bei einer mittelweichen Strahlung, und zwar bei der Ag-Strahlung

für Kupfer . . . . $\frac{\sigma}{\alpha_1} = 0{,}016$,

für Silber . . . . $= 0{,}11$.

Hieraus ergibt sich

für Kupfer . . . . $I_{s_0} = 0{,}155 . 0{,}016\ I_{p_0} = 0{,}0025\ I_{p_0}$,

für Silber . . . . $= 0{,}155 . 0{,}099\ I_{p_0} = 0{,}0155\ I_{p_0}$.

Stellen wir dem gegenüber, daß wir bei der Ag-Strahlung bzw. der nur wenig härteren Sb-Strahlung

für Kupfer . . . . $I_{s_0} = 0{,}02\ I_{p_0}$,

für Silber . . . . $= 0{,}15\ I_{p_0}$

erhalten haben, so ergibt sich, daß sowohl bei Kupfer wie bei Silber $I_{z_0} =$ ca. $0{,}1\ I_{p_0}$ beträgt.

Da nun der Absorptionskoeffizient β_2 der Weichteile für die zerstreute Strahlung gleich demjenigen für die Primärstrahlung, also $\beta_2 = \beta_1$ ist, so folgt, daß die Dosis D_{z_0}, die man in der mit dem Sekundärstrahlensender in unmittelbarer Berührung stehenden Gewebeschicht aus der zerstreuten Strahlung gewinnt, gegeben ist durch:

$$D_{s_0} = \nu\, f\, D_{p_0} = 0{,}155 . \frac{\sigma}{\alpha_1 + \sigma} D_{p_0}.$$

Also resultiert bei der Ag-Strahlung

für Kupfer . . . . $D_{z_0} = 0{,}0025\ D_{p_0}$,

für Silber . . . . $D_{s_0} = 0{,}0155\ D_{p_0}$.

Nun sind die unter gleichen oder nahezu gleichen Umständen von der Fluoreszenzröntgenstrahlung herrührenden Dosen:

bei Kupfer . . . . $D_{s_0} = 0{,}38\ D_{p_0}$,

bei Silber . . . . $=$ ca. $0{,}3\ D_{p_0}$.

Also ist die von der zerstreuten Strahlung hervorgerufene Dosisvermehrung an der Oberfläche des Sekundärstrahlensenders

bei Kupfer . . . das $\frac{0{,}0025}{0{,}38} = 0{,}0065$ fache,

„ Silber . . . „ $\frac{0{,}0155}{0{,}3} = 0{,}05$ „

der durch die Fluoreszenz-Röntgenstrahlung bedingten Dosisvermehrung. Die zerstreute Röntgenstrahlung hat also gegenüber der Fluoreszenz-Röntgenstrahlung eine verschwindend geringe Wirkung.

Ebenso ist auch die Wirkung der vom Sekundärstrahlensender ausgehenden β-Strahlen, deren Reichweite sich höchstens auf eine Weichteilschicht von $^1/_{100}$ mm Dicke erstreckt, gegenüber derjenigen der charakteristischen Sekundärstrahlen vernachlässigbar.

Aus unseren an massiven Sekundärstrahlensendern angestellten Betrachtungen lassen sich die folgenden Lehren ziehen:

1. Die Elemente, deren Atomgewichte kleiner als 50 sind, und Stoffe, die sich aus solchen Elementen zusammensetzen, scheiden als Sekundärstrahlensender von vornherein aus, da solche Stoffe eine nur außerordentlich schwache und ausnehmend weiche Sekundärstrahlung zu liefern befähigt sind, deren Reichweite sich höchstens auf eine Weichteilschicht von 1 mm Dicke erstreckt.

Die vielfach verbreitete Meinung, daß man Aluminium als Sekundärstrahlensender mit Vorzug gebrauchen könne, ist durchaus irrig. Es ist als vollkommen zwecklos zu bezeichnen, nach dieser Richtung hin mit Kohle (12), Magnesium (24), Aluminium (27), Silizium (28), Schwefel (32), mit Kalium (39) oder Glas Versuche anzustellen.

2. Sehr weiche Sekundärstrahlen liefern die Elemente, deren Atomgewichte zwischen 50 und 85 liegen, wie Kupfer und Zink, ferner die schweren Elemente, deren Atomgewichte größer als 180 sind, wie z. B. Wolfram (184), Iridium (193), Platin (195), Gold (197), Quecksilber (200), Blei (207) und Wismut (208).

Eisen und Nickel geben sehr schwache Wirkungen, so daß sie für die Sekundärstrahlentherapie kaum in Betracht kommen.

Die maximale Dosis, die man in den mit dem Sekundärstrahlensender in unmittelbarer Berührung stehenden Gewebeschichten durch die Cu- und Zn-Strahlung erzielen kann, beträgt etwa 40% der an der gleichen Stelle von den Primärstrahlen hervorgerufenen Dosis. Das relative Maximum der Dosis tritt bei einer mittelharten Primärstrahlung, und zwar bei einer 1 cm-Strahlung (Ag-Strahlung) zutage. Die bei härteren Primärstrahlen erzielbaren Dosen sind relativ geringer. Kupfer und Zink sind daher als Sekundärstrahlensender nur dann mit Vorteil brauchbar, wenn man mit ihnen in geringen Tiefen, etwa in 5—15 mm Tiefe unterhalb der Körperoberfläche operiert und man dabei als Primärstrahlung eine Strahlung von ungefähr 1 cm Halbwertschicht benutzt. Die Halbwertschicht der Cu- und Zn-Strahlung beträgt 0,5 bzw. 0,6 mm. Ihre Wirkung erstreckt sich also auf eine Weichteilschicht von 1 bzw. 1,5 mm Dicke.

Aller Voraussicht nach sind die Wirkungen der schwereren und ganz schweren Elemente, deren Halbwertschichten 1—2 mm betragen und die demzufolge Reichweiten von 5—10 mm besitzen, stärker als diejenigen der leichten Stoffe. Mit zunehmender Härte der Primärstrahlung nimmt die durch die Sekundärstrahlung gewonnene Dosis ab.

3. Größere Reichweiten und mutmaßlich auch stärkere Wirkungen, insbesondere bei harter Primärstrahlung, erzielt man dann, wenn man als Sekundärstrahlensender die mittelschweren Elemente verwendet, deren Atomgewichte sich zwischen 85 und 150 bewegen. Solche Elemente sind: Molybdän (96), Palladium (107), Silber (108), Cadmium (112), Zinn (119), Antimon (120), Jod (127), Tellur (127,5), Baryum (137) und Cer (140).

Strahlen der größten Reichweite kann man mit Hilfe der schweren Elemente, wie Wolfram, Platin, Gold usf. erzielen, wenn man eine so harte Primärstrahlung anwendet, daß in diesen Elementen die harte, charakteristische Strahlung der K-Serie wachgerufen wird. Die Halbwertschichten dieser Strahlen betragen, wie die Extrapolation ergibt, 10—16 cm.

In der Tabelle IX ist eine Zusammenstellung der bekanntesten und leicht beschaffbaren Elemente und der Wirkungsweiten und Reichweiten der von ihnen ausgesandten Fluoreszenz-Röntgenstrahlen gegeben. Unter Wirkungsweite der Strahlung ist hierbei die Dicke der an den Sekundärstrahlensender grenzenden Weichteilschicht verstanden, innerhalb der 75% der vom Sekundärstrahlensender ausgehenden Fluoreszenz-Röntgenstrahlenenergie absorbiert werden. (Die Wirkungsweite ist also gleich dem Doppelten der Halbwertschicht.) Es ist dies also die Weichteilschicht, jenseits deren die Sekundärstrahlung kaum mehr nennenswerte Wirkungen hervorzubringen vermag. Die Reichweite gibt, wie schon oben erörtert wurde, die Entfernung vom Sekundärstrahlensender an, bis auf die sich die Sekundärstrahlung, von 3% ihrer Energie abgesehen, fortpflanzt.

Tabelle IX.

Element	Wirkungsweite	Reichweite
Kupfer	1 mm	2,5 mm
Zink	1,3 „	3 „
Wolfram	1,5 „	4 „
Gold	2 „	5 „
Blei, Wismut	2,5 „	6,5 „
Brom	3 „	8 „

Element	Wirkungsweite	Reichweite
Molybdän	1 cm	2,5 cm
Silber, Cadmium	2 „	5,5 „
Zinn	3 „	8 „
Antimon	4 „	10 „
Jod	5 „	13 „
Baryum	6 „	15 „



An diese Elementreihe schließt sich nochmals die Reihe der schweren Elemente, wie Wolfram, Gold, Blei usw. an, die mit ihrer K-Strahlung noch größere Wirkungsweiten zu erzielen gestatten.

Wenn wir auch im vorhergehenden die Einteilung der Elemente nach der Reichweite der von ihnen ausgehenden Fluoreszenz-Röntgenstrahlung vorgenommen haben, so soll damit nicht gesagt sein, daß bei der Wahl des Stoffes für den Sekundärstrahlensender die zu erzielende oder wünschenswerte Reichweite der Sekundärstrahlung das ausschlaggebende Moment ist. Hierfür maßgebend sind auch noch die Tiefe, in die der Sekundärstrahlensender eingeführt werden und in der er wirken soll, wie auch die Qualität der Primärstrahlung.

Wie wir gesehen haben, liefert jeder Sekundärstrahlensender unter dem Einfluß verschieden harter Primärstrahlen einen verschieden großen Ertrag an Sekundärstrahlung, d. h. er arbeitet mit einem verschieden hohen Wirkungsgrad. Daher muß man, wenn man ökonomisch arbeiten will, die Gattung des Sekundärstrahlensenders und die Qualität der zu verwendenden Primärstrahlung miteinander in Einklang zu bringen suchen.

Nehmen wir an, wir wollten den Wandungen einer in 15 cm Tiefe unter der zu bestrahlenden Haut liegenden Körperhöhle unter Benutzung eines Sekundärstrahlensenders große Röntgendosen verabreichen. Will man Röntgenstrahlenenergie in ökonomischer Weise und bei bester Schonung der oberen Körperschichten in 15 cm Tiefe gelangen lassen, so muß man bestrebt sein, mit einer Röntgenstrahlung von etwa 10 cm Halbwertschicht zu operieren. Dann beträgt die in 15 cm Tiefe resultierende Dosis etwa 35 % der Oberflächendosis. Nehmen wir an, es stehe uns eine Röntgenstrahlenquelle zur Verfügung, der wir eine solche Strahlung entnehmen können. Wir wollen weiter annehmen, daß wir nur auf eine ungefähr 1 cm dicke Schicht der Körperhöhlenwandung einwirken wollen. Dann könnten wir uns durch die Tabelle IX veranlaßt sehen, Molybdän als Material des Sekundärstrahlensenders zu wählen, da dieses Metall für den beabsichtigten Zweck geeignet erscheint bzw. ausreicht. Haben wir uns auf Grund dieser Überlegungen für Molybdän und eine Primärstrahlung von 10 cm Halbwertschicht entschieden, so haben wir, soweit sich dies auf Grund unserer heutigen Kenntnisse beurteilen läßt, eine vom Standpunkte der Ökonomie höchstwahrscheinlich sehr ungünstige Wahl getroffen.

Die weichste Primärstrahlung, die Mo zur Hergabe seiner Fluoreszenz-Röntgenstrahlung veranlaßt, ist eine solche von 0,7—1 cm Halbwertschicht. Dann dürfte das Maximum des Wirkungsgrades von Mo als Sekundärstrahlensender bei einer Primärstrahlung von schätzungsweise 3—4 cm Halbwertschicht zu suchen sein. Ist nun aber Mo mit 10 cm-Strahlen bestrahlt, so ist sein Wirkungsgrad nur vielleicht die Hälfte oder ein Drittel seines maximalen Wirkungsgrades. Wir würden also mit einer außerordentlich harten Strahlung operieren, von der an und für sich wenig absorbiert wird, und außerdem auch noch den Sekundärstrahlensender schlecht ausnutzen.

Würden wir hingegen mit einer 5 cm-Strahlung operieren, so wären wir erheblich günstiger daran. Nehmen wir an, wir würden in beiden Fällen in 15 cm Tiefe die Dosis 10 x von der Primärstrahlung allein erhalten haben. Nehmen wir weiter an, daß wir bei der 5 cm-Strahlung bei annähernd maximalem Wirkungsgrad des Mo, 4 x als von der Sekundärstrahlung des M_o herrührende Dosis erhalten hätten. Dann muß unter obigen Annahmen bei der 10 cm-Strahlung, wenn der Wirkungsgrad des Mo nur halb so groß ist, 2 x als von der Mo-Strahlung herrührende Dosis resultieren. Wir erhalten also als Tiefendosis bei der 5 cm-Strahlung 14 x, bei der 10 cm-Strahlung 12 x. Um nun von der 10 cm-Strahlung eine ebenso große Dosis verabreicht zu erhalten, wie von der 5 cm-Strahlung, muß man im ersten Falle bei gleicher Bestrahlungsdauer die Primärstrahlung dreimal intensiver wählen als im zweiten, oder, falls die Strahlenintensitäten gleich groß gewählt werden, dreimal länger bestrahlen.

Das Ergebnis dieser vom Gesichtspunkte der Ökonomie durchgeführten Betrachtungen, wonach die 5 cm-Strahlung den Vorzug verdient, ist aber, von einem höheren Standpunkte

aus gesehen, zu verwerfen. Es ist dies der Standpunkt der Hautschonung. Man muß nämlich in Betracht ziehen, daß der Tiefendosis 10 x in 15 cm Tiefe bei der 5 cm-Strahlung eine 8 mal so große Oberflächendosis, also eine solche von 80 x, dagegen der 10 cm-Strahlung die Oberflächendosis 29 x entspricht. Wir gewinnen also in der Tiefe das eine Mal 14 x bei einer Oberflächendosis von 80 x, das andere Mal 12 x bei einer Oberflächendosis von 29 x.

Dieser gewaltige Unterschied in den Oberflächendosen drängt uns dazu, die 10 cm-Strahlung vorzuziehen. Nun aber ist unseren Annahmen gemäß der Mo-Sekundärstrahlensender bei der 10 cm-Strahlung nicht gut ausgenutzt. Daher tun wir gut, an Stelle von Mo einen Stoff größeren Atomgewichtes zu wählen, am zweckmäßigsten denjenigen, der bei der betreffenden harten Strahlung den besten Wirkungsgrad hat.

Wir müssen also bei der Wahl des Materials für den Sekundärstrahlensender so verfahren, daß wir vor allem die Härte der Primärstrahlung festlegen, und zwar möglichst so, daß wir bei größter Hautschonung die größte Tiefendosis erhalten, und sodann denjenigen Sekundärstrahlensender herausgreifen, der unter dem Einflusse der betreffenden Strahlenart mit dem besten Wirkungsgrad arbeitet.

Die Bedingungen für die Gewinnung der optimalen Strahlenart hat Christen angegeben[1]). Ihre Halbwertschicht ist $= {}^{7}/_{10}$ der Dicke der über der zu behandelnden Stelle lagernden Schicht.

Die Wahl des Strahlensendermaterials auf Grund des optimalen Wirkungsgrades ist heutigentags wegen Mangels an experimentellen Daten leider noch nicht möglich. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn Versuche zur Ermittelung dieser Daten angestellt würden.

Wie aus unseren Überlegungen folgt, kommen in der Tiefentherapie als Stoffe für massive Sekundärstrahlensender nur die schweren Elemente in Betracht, und zwar vorzüglich Jod, Baryum, ferner unter der Annahme ausnehmend harter Strahlen, Wolfram, Gold, Blei und Wismut; in zweiter Linie: Antimon, Zinn, Kadmium und Silber.

Um die K-Strahlung von Wolfram, Gold, Blei und Wismut nutzbar machen zu können, muß eine Primärstrahlung verfügbar sein, deren Halbwertschicht 10—16 cm übersteigt.

Sekundärstrahlensender in Form fein verteilter Massen.

Eine zweite Anwendungsweise der Sekundärstrahlung besteht darin, daß man in die zu behandelnden Gewebeteile die Suspension oder das Kolloid eines zur Hergabe von Sekundärstrahlen geeigneten Stoffes injiziert Die innerhalb der Kapillargefäße, Gewebsspalten und der Lymphkapillaren verteilten Partikel des Sekundärstrahlensenders absorbieren von der primären Röntgenstrahlenenergie gewisse geringe Mengen und werden dadurch zu Quellen von Sekundärstrahlen, und zwar einerseits von Fluoreszenzröntgenstrahlen, andererseits von β-Strahlen. Jedes Teilchen der Suspension oder des Kolloides stellt also eine Energiequelle für sich dar, aus der sich Energie in ihre unmittelbare Umgebung ergießt; wir haben es mit einer weitgehenden Dezentralisierung der Sekundärstrahlenerzeugung zu tun, die es ermöglicht, das ganze mit der Suspension oder dem Kolloid infiltrierte Gewebe mit Sekundärstrahlung zu durchsetzen, und zwar selbst dann, wenn die Sekundärstrahlung relativ weich ist.

Ähnlich wie man Befestigungen in solchen gegenseitigen Abständen baut, daß die Wirkungskreise der Geschütze benachbarter Festungen einander zumindest berühren, noch viel besser einander überlappen, so müssen wir hier in ähnlicher Weise bestrebt sein, die Reichweite der Sekundärstrahlung so zu wählen, daß die von benachbarten Strahlungszentren ausgehenden Strahlen das ganze zwischenliegende Gebiet mit Energie versorgen.

Es wäre aber verfehlt, die Sekundärstrahlung so weich zu wählen, daß sie etwa nur von einer Blutbahn bis zur nächsten reicht. Denn da die gegenseitigen Abstände der Kapillargefäße sehr gering sind, so hieße das, Stoffe sehr kleinen Atomgewichtes als Sekundärstrahlen-

[1]) Th. Christen, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. XV, S. 355 ff.



sender zu verwenden. Solche Stoffe liefern aber zu geringe Mengen an Sekundärstrahlenenergie.

Wählt man die Sekundärstrahlung härter, so erzielt man eine bessere Homogenität der Energieverteilung und gewinnt gleichzeitig größere Energiemengen. Zu hart darf die Strahlung auch nicht gewählt werden, da dann ein großer Teil der erzeugten Sekundärstrahlung in die das Infiltrationsgebiet umgebenden äußeren Gewebebezirke dringt und therapeutisch verloren geht.

Nehmen wir der Einfachheit wegen an, die Teilchen der Suspension hätten Kugelform. Ist ein solches Teilchen vom Radius r einer Primärstrahlung der Intensität I_p ausgesetzt, so absorbiert das Partikelchen sekundlich eine Röntgenstrahlenenergiemenge, die, wie es sich leicht nachrechnen läßt, gegeben ist durch $\alpha_1 \frac{4}{3} \pi r^3 I_p$ (r ist als sehr klein vorausgesetzt), wenn α_1 den Absorptionskoeffizienten der Substanz des Kolloides für die Primärstrahlung bedeutet. Von dieser Energie wird ein Bruchteil, und zwar $k \alpha_1 \frac{4}{3} \pi r^3 I_p$ in Fluoreszenzröntgenstrahlenenergie umgeformt. Wir machen die zulässige Annahme, daß diese Energie konzentriert im Mittelpunkt der Kugel entsteht und von da gleichförmig nach allen Richtungen hin strömt. Von dieser Energie wird ein Teil von der Kugel zurückgehalten. Ist α_2 der Absorptionskoeffizient des Kolloidstoffes für die Sekundärstrahlung, so gelangt an die Oberfläche der Kugel sekundlich die Energiemenge: $k \alpha_1 \frac{4}{3} \pi r^3 I_p (1 - \alpha_2 r)$ und es tritt pro Flächeneinheit der Kugeloberfläche sekundlich die Energie: $k \alpha_1 \frac{{}^4/_3 \pi r^3}{4 \pi r^2} I_p (1 - \alpha_2 r)$ nach außen. Diese ist aber nichts anderes als die Intensität I_{s_0} der Sekundärstrahlung in irgendeinem Oberflächenpunkte des Teilchens.

Also ist:

$$I_{s_0} = \frac{1}{3} k \alpha_1 r I_p (1 - \alpha_2 r),$$

wozu bemerkt werden muß, daß dieser Ausdruck nur dann gültig ist, wenn sowohl $2 \alpha_1 r$, als auch $\alpha_2 r$ klein, und zwar nicht größer als höchstens 0,2 sind.

Wie aus obiger Formel hervorgeht, ist I_{s_0} um so größer, je größer α_1 und je kleiner α_2 ist, d. h. je schwerer die Primärstrahlung die Substanz des Kolloides zu durchdringen vermag, und je penetranter die Sekundärstrahlung ist. Daß I_{s_0} mit I_p und k linear wächst, braucht nicht besonders betont zu werden. Auch ist I_{s_0} von der Korngröße der in der injizierten Flüssigkeit suspendierten Teilchen bzw. der Kolloidpartikel abhängig. Solange $\alpha_2 r$ gegenüber 1 vernachlässigbar klein ist, d. h. solange die Teilchen so winzige Dimensionen haben, daß man den Klammerausdruck = 1 setzen kann, ist I_{s_0} proportional r. Die Intensität der Sekundärstrahlung wächst also bei winzigen Dimensionen des Kornes mit dessen Größe linear. Bei größeren Korndimensionen wächst I_{s_0} in langsamerem Tempo und strebt einem Maximum zu, nach dessen Überschreitung es bei noch weiter wachsender Korngröße abnimmt.

Bedeuten β_1 und β_2 die Absorptionskoeffizienten der Gewebesubstanz für die Primär- bzw. Sekundärstrahlung, so sind die Dosen, die von der Gewebesubstanz in nächster Nähe der Suspensions- bzw. Kolloidteilchen aus den beiden Arten der Röntgenstrahlenenergie aufgefangen werden:

$$D_p = \beta_1 I_p \text{ und}$$
$$D_{s_0} = \beta_2 I_{s_0} = \beta_2 \frac{k \alpha_1}{3} r I_p (1 - \alpha_2 r).$$

Also ist:

$$\frac{D_{s_0}}{D_{p_0}} = \frac{1}{3} \frac{\beta_2}{\beta_1} k \alpha_1 r (1 - \alpha_2 r).$$

Bewegt sich die angewandte Primärstrahlung nur innerhalb eines solchen Spektralgebietes der Röntgenstrahlung, in dem die Substanz des Sekundärstrahlensenders keine charakteristische Sekundärstrahlung aufweist, so sind β_1 und α_1 einander proportional, also ist $\frac{\alpha_1}{\beta_1}$

konstant. Da β_2 und α_2 Materialkonstanten des Sekundärstrahlensenders sind, so ist innerhalb eines solchen Spektralgebietes der Röntgenstrahlung $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ nur mit k und r veränderlich. Ist r konstant, so ist $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ nur noch von k abhängig. Da k mit zunehmender Härte der Primärstrahlung abnimmt, so nimmt dann auch $\frac{D_{s_0}}{D_p}$, und zwar proportional dem Koeffizienten k, ab.

Tabelle X.

Halbwertschicht der Primärstrahlung cm	α_1	k	$\frac{\beta_2}{\beta_1}$	D_{s_0}/D_p für r = 10^{-6} cm	10^{-4} cm	3.10^{-4} cm	$5\ 10^{-4}$ cm
Eisen (α_2 = 515)							
1,0 (Ag-Strahlung)	136	(0,1)	35,3	$0{,}16 \cdot 10^{-3}$	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	—
1,7 (Sn- „)	86	0,1	56,3				
Nickel (α_2 = 513)							
1,0 (Ag-Strahlung)	206	(0,15)	23,7	$0{,}25 \cdot 10^{-3}$	$2{,}5 \cdot 10^{-2}$	$6{,}3 \cdot 10^{-2}$	—
1,7 (Sn- „)	141	0,14	34,7				
Kupfer (α_2 = 474)							
1,0 (Ag-Strahlung)	218	(0,2)	19,1	$0{,}3 \cdot 10^{-3}$	$3{,}0 \cdot 10^{-2}$	$7{,}8 \cdot 10^{-2}$	—
1,7 (Sn- „)	153	0,2	30,4				
4,3 (Ce- „)	52	(0,2)	80				
Zink (α_2 = 358)							
1,0 (Ag-Strahlung)	193	(0,22)	15,8	$0{,}2 \cdot 10^{-3}$	$2{,}2 \cdot 10^{-2}$	$6{,}0 \cdot 10^{-2}$	$9{,}5 \cdot 10^{-2}$
1,7 (Sn- „)	122	0,21	25,1				
4,3 (Ce- „)	46	(0,2)	66				
Silber (α_2 = 140)							
2,1 (Sb-Strahlung)	592	(0,5)	2,06	$0{,}2 \cdot 10^{-3}$	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$	$6{,}0 \cdot 10^{-2}$	$9{,}5 \cdot 10^{-2}$
4,3 (Ce- „)	297		4,2				
6	212		5,9				
10	127		9,8				
Platin (α_2 = 2350; Strahlung der L-Serie)							
1,0 (Ag-Strahlung)	1210	(0,5)	11	$2{,}2 \cdot 10^{-3}$	0,22	—	—
1,7 (Sn- „)	1010		17,5	$3 \cdot 10^{-3}$	0,30	—	—
4,3 (Ce- „)	380		46			—	—
6	275		64			—	—
Gold (α_2 = 2060; Strahlung der L-Serie)							
1,0 (Ag-Strahlung)	1185	(0,5)	9,9	$2 \cdot 10^{-3}$	0,2	—	—
1,7 (Sn- „)	1000		15,8	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	0,25	—	—
4,3 (Ce- „)	350		41,5			—	—
6	250		58			—	—

In Tabelle X sind die Werte von $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ für die wenigen Substanzen, für die die Werte von α_1 und α_2 bekannt sind, zusammengestellt. Der in bezug auf Eisen, Nickel, Kupfer und Zink angestellten Rechnung sind die bekannten Werte von k, die wir bereits weiter oben verwertet haben, zugrunde gelegt. Für die übrigen Substanzen ist k = 0,5 gesetzt worden. Wenn auch dieser Wert aller Wahrscheinlichkeit nach in allen vorliegenden Fällen zu hoch sein dürfte, so



wird durch diese Annahme trotzdem keine Unsicherheit in die aus den Rechnungsergebnissen hergeleiteten Folgerungen hineingetragen.

Die Rechnung ist für vier Korngrößen durchgeführt, für Körner von 2.10^{-6} cm = 20 $\mu\mu$, 2.10^{-4} cm = 2 μ, 6.10^{-4} cm = 6 μ und $10.-^{-3}$ cm = 10 μ Durchmesser. Der erste dieser vier Werte ist die obere Grenze für die Durchmesser von Kolloidteilchen, während die Werte 2 μ, 6 μ und 10 μ auf Suspensionen Bezug haben.

Die Werte D_{s_0}/D_p sind in den einzelnen Fällen nur für solche Korngrößen berechnet, denen kein unzulässig hoher Wert von $2\alpha_1 r$ bzw. von $\alpha_2 r$ entspricht. Wenn in der Tabelle X z. B. für Platin und Gold die den zwei größten Werten von r entsprechenden Werte von D_{s_0}/D_p fehlen, so ist Grund hierfür der Umstand, daß $\alpha_2 r$ unter Annahme jener beiden Werte von r größer als 0,2 ist, und die der Rechnung zugrunde gelegte Formel für D_{s_0}/D_p für solche Fälle nicht mehr gültig ist.

Von der Herleitung einer auch für größere Werte von $2\alpha_1 r$ bzw. $\alpha_2 r$ gültigen Formel für D_{s_0}/D_p wurde aus dem Grunde Abstand genommen, weil die Berechnung der Dosen für Teilchen von mehr als 10 μ Durchmesser keinen praktischen Wert mehr haben dürfte. Da nämlich die Innendurchmesser der Kapillargefäße nur 7—15 μ betragen, so können größere Körner in sie gar nicht eindringen, und somit kommen Suspensionen mit so großen Teilchen für den gedachten Zweck nicht mehr in Betracht.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Ausdehnung der Rechnung auf Kolloidteilchen auf die Voraussetzung basiert ist, daß das Absorptionsgesetz auch auf so kleine Partikel unverändert übertragen werden darf. Die Ergebnisse unserer Rechnungen können daher nicht ohne den Hinweis diskutiert werden, daß jene Annahme eine gewisse Unsicherheit in sich birgt.

Die Zahlenwerte von D_{s_0}/D_p zeigen deutlich, daß die Wirkung der Sekundärstrahlung bei Zunahme des Korndurchmessers von 20 $\mu\mu$ bis zu 10 μ stetig wächst, so daß das Maximum der Wirkung Körnern von mehr als 10 μ Durchmesser zukommt.

Die Wirkung der von Kolloidpartikeln ausgehenden Fluoreszenzröntgenstrahlung ist bei den Stoffen kleinen und mittleren Atomgewichtes und selbst bei Platin und Gold, die bei Benutzung der Strahlen der L-Serie voraussichtlich mit einem wesentlich besseren Wirkungsgrad arbeiten, verschwindend gering. Wir erhalten zum Betrage der von der Primärstrahlung herrührenden Dosis eine Zugabe von höchstens 2‰ der Primärstrahlendosis geliefert.

Wesentlich besser sind die Leistungen der nämlichen Stoffe, falls sie als Suspensionen mit Teilchen von 2 μ oder gar von 6—10 μ Durchmesser benutzt werden. Doch, absolut betrachtet, sind die Wirkungen der leichten Stoffe, wie z. B. diejenigen von Cu und Zn verhältnismäßig schwach, denn man muß schon Partikel von 10 μ Durchmesser anwenden, wenn man eine Zunahme der von der Primärstrahlung direkt gewonnenen Dosis um 10% erzielen will. Auch die Wirkung vom Silber ist nicht stärker.

Platin- und Goldsuspensionen sind wirksamere Agentia zur Steigerung der Dosis, denn man kann mittels solcher Suspensionen mit Teilchen von nur 2 μ Durchmesser die Wirkung der Röntgenstrahlen um etwa 15—25% steigern. (Fraglich ist, welche Werte k, das wir = 0,5 gesetzt haben, in Wirklichkeit annimmt.)

Es bestehen wenig Aussichten dafür, daß es Stoffe kleineren oder mittleren Atomgewichtes gibt, die bessere Leistungen aufweisen können als die oben behandelten. Auch kann es als ziemlich sicher angesehen werden, daß sich die übrigen schweren Stoffe, wie Wolfram, Blei, Wismut u. a. bei Benutzung der Strahlen der L-Serie ähnlich verhalten wie Platin und Gold, wobei allerdings die Stoffe größeren Atomgewichtes bessere Leistungen ergeben dürften.

Die aus unseren Betrachtungen hergeleiteten Folgerungen lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Die Fluoreszenzröntgenstrahlung von Kolloiden ergibt keinerlei therapeutische Wirkung.

2. Auch Suspensionen leichter und mittelschwerer Elemente kommen zur Erzielung nennenswerter therapeutischer Effekte kaum in Betracht. Es läßt sich mit ihnen ein Zuschuß zu der von der Primärstrahlung herrührenden Dosis von höchstens 10% dieser Dosis gewinnen.
3. Eine nennenswerte Steigerung in der Wirkung der Röntgenstrahlen läßt sich mittels Suspensionen von Elementen großen Atomgewichtes erreichen, wenn man von ihrer der L-Serie angehörigen weichen Fluoreszenzröntgenstrahlung Gebrauch macht. Solche Suspensionen mit Teilchen von mehr als 2 μ Durchmesser geben gute Wirkungen.

Von den Teilchen der Kolloide und Suspensionen wird auch eine β-Strahlung ausgesandt, deren Härte eine Funktion der Härte der Primärstrahlung und deren Intensität einerseits von der Qualität der Primärstrahlung, andererseits vom Atomgewicht abhängig ist.

Die im obigen abgeleiteten Formeln für I_{s_0} und D_{s_0} lassen sich ohne weiteres auch auf die β-Strahlung anwenden, da sich deren Absorption annähernd nach dem gleichen Gesetz vollzieht, wie diejenige der Röntgenstrahlung. Bezeichnen wir mit γ und δ die Absorptionskoeffizienten der Kolloidsubstanz und der Weichteile für die β-Strahlen. Da die durch Röntgenstrahlen erzeugten β-Strahlen außerordentlich weich und demzufolge die Werte von γr sehr groß sind, so lassen sich die Formeln nur unter der Annahme sehr kleiner Partikel, und zwar nur für Kolloidpartikel gebrauchen. Da bei kleinen Werten von γr der Wert von $D_{s_0}/D_p = \frac{1}{3}\frac{\delta}{\beta_1} k' \alpha_1 r$ gesetzt werden kann, so ergeben sich für die β-Strahlen Werte von $\frac{D_{s_0}}{D_p}$, die das $k'\frac{\delta}{\beta_1}$ fache der für die Fluoreszenzröntgenstrahlen gewonnenen Werte betragen. Hierbei ist $k' = 1 - k$.

Die Wirkung der β-Strahlen wächst also mit der Korngröße ähnlich wie diejenige der Fluoreszenzröntgenstrahlen. Jedoch tritt die optimale Wirkung bei einer viel kleineren Korngröße ein als das Maximum der Wirkung der Fluoreszenzröntgenstrahlung.

Im folgenden sind die Werte von $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ für β-Strahlen für eine Reihe von Stoffen unter der Annahme einer Primärstrahlung von 1 bzw. 1,7 cm Halbwertschicht für $r = 10^{-6}$ cm angegeben.

Halbwertschicht der Primärstrahlung	Fe	Ni	Cu	Zn	Ag	Pt	Au
1,0 cm (Ag-Strahlung) . . .	0,16	0,20	0,21	0 24	—	0,48	0,53
1,7 cm (Sn-Strahlung)	0,12	0,15	0,16	0,18	0,18	0,42	0,53

Für noch härtere Strahlen ergeben sich kleinere Werte für $\frac{D_{s_0}}{D_p}$. Da k' in Wirklichkeit nicht $= 1$, sondern schätzungsweise $= 0{,}6$—$0{,}8$ ist, sind die obigen Werte von $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ sämtlich um 40—20% zu groß.

Wie aus diesen Zahlenwerten ersichtlich ist, lassen sich mittels der β-Strahlen, die von Körnern von 20 $\mu\mu$ Durchmesser ausgehen, insbesondere bei schweren Stoffen, relativ große Dosen erzielen, wobei die optimale Wirkung wahrscheinlich noch nicht erreicht ist. Diese dürfte erst bei Körnern etwas größerer Dimensionen eintreten. Da die Partikelchen vom Kolloiden einen kleineren Durchmesser als 10 $\mu\mu$ haben, so werden mit Kolloiden höchstwahrscheinlich nur schwächere Wirkungen, als die oben angegebenen, erzielbar sein.

Die von den β-Strahlen herrührenden großen Dosen werden aber aus dem Grunde nur mäßige Erfolge zeitigen, weil die β-Strahlungsenergie in Gewebeschichten von weniger als 10 μ



Dicke vollkommen absorbiert wird, und es somit nicht möglich ist, mit den β-Strahlen, die von den in den Kapillargefäßen und Lymphkapillaren sitzenden Kolloidteilchen ausgehen, die gesamten von diesen Gefäßen umspannten Gewebesubstanzen zu durchdringen.

Die Wirkung der β-Strahlung wird also stets nur auf die unmittelbare Umgebung der Kapillargefäße und Lymphkapillare eingeschränkt sein, und somit kann sie derjenigen der Fluoreszenzröntgenstrahlen bei gleicher Größe des Verhältnisses $\frac{D_{s_0}}{D_p}$ nicht für gleichwertig angesehen werden.

Endlich ist noch zu beachten, daß ein Teil der in die Kolloiden und Suspensionsteilchen eindringenden primären Röntgenstrahlenenergie eine Streuung nach allen Richtungen hin erfährt. Die Wirkung dieser zerstreuten Strahlung, die sich mit Annäherung in ähnlicher Weise wie diejenige der Fluoreszenzröntgenstrahlung mittels obiger Formeln berechnen läßt, ist jedoch gegenüber derjenigen der Fluoreszenzröntgenstrahlung (wegen des starken Durchdringungsvermögens der zerstreuten Strahlung) sehr gering, so daß wir von deren Existenz vollkommen absehen können.

Die Wirkung der kolloidalen Stoffe besteht also lediglich in einer solchen der von ihnen ausgehenden β-Strahlung. Nennenswerte therapeutische Wirkungen lassen sich damit vermutlich nicht erzielen.

Will man mit Sekundärstrahlen in den Körper injizierter Stoffe therapeutische Wirkungen hervorbringen, so muß man sie in Form von Suspensionen anwenden, deren Teilchen einen Durchmesser von einigen μ haben.

Leider stehen uns heutigentags zu wenig empirische Daten zur Verfügung, um zuverlässige Rechnungen über die Wirkung von Sekundärstrahlensendern durchführen zu können. Trotzdem glaube ich, daß es statthaft ist, aus den Rechnungen, die ich angestellt habe, die meisten der obigen Folgerungen herzuleiten. Wohl dürfen diese nicht als Sentenzen angesehen werden, da sie durch Experimente noch nicht erhärtet sind. Doch ich glaube, daß meine Ausführungen für den Röntgentherapeuten insofern wertvoll sein dürften, als sie ihn zu einer Übersicht über das Arbeitsgebiet der Sekundärstrahlentherapie verhelfen und nunmehr diejenigen Richtlinien gegeben sind, in denen er zu schreiten hat, um nicht auf unfruchtbares Gelände zu geraten.

Correspondenz[1]).

In der Arbeit **Röntgenologischer Beitrag zur Klinik der Lungensyphilis** von Dr. Curt Kayser (Berlin) sind auf Tafel X dieses Bandes die Abbildungen 2 und 3 verwechselt worden. Fig. 2 ist in Fig. 3 und Fig. 3 in Fig. 2 zu ändern.

Bücherbesprechung.

H. Aßmann: **Erfahrungen über die Röntgenuntersuchungen der Lungen unter besonderer Berücksichtigung anatomischer Kontrollen.** 126 S. mit 14 Tafeln. Verlag Fischer, Jena. 1913.

Das Büchlein bildet Heft 2 der „Arbeiten aus der medizinischen Klinik zu Leipzig" und ist mit einem Vorwort von A. v. Strümpell eingeleitet. Der Text ist sehr fließend geschrieben und zeigt von einer großen Erfahrung des Verfassers auf diesem Gebiete. Das verarbeitete Material umfaßt die Rönt-

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg, zu richten.



genbefunde und bei der Autopsie aufgenommenen Protokolle von etwa 320 Fällen. Wer (wie Referent vor ca. 9—11 Jahren) ausgedehnte röntgenographische Lungenuntersuchungen von Leichen gemacht hat, weiß, daß, so förderlich solche Experimente dem nicht röntgenologisch geschulten Arzte erscheinen mögen, sie doch eine recht geringe Ausbeute hergeben, wenigstens was gerade die Lungen anbetrifft; dies wegen der total veränderten Blut- und Luftverhältnisse beim Lebenden und bei der Leiche; und auf den verschiedenen Absorptionskoeffizienten von Blut und Luft beruht ja gerade das Zustandekommen resp. die Kleinarchitektur des Röntgenlungenbildes. Dem Kenner dieser Verhältnisse erscheinen daher eine Zahl zeitraubender Leichenexperimente, die vor ein paar Jahren zur Klärung der Röntgenlungenzeichnung angestellt, beschrieben und diskutiert worden sind, als zum Teil recht überflüssig. Aßmann ist nun einer der wenigen, der sich hütet, in den alten Fehler zu verfallen, und der absolut nicht mehr aus Leichenaufnahmen und Autopsien folgert, als das Wenige, was sich daraus ableiten läßt.

Was den Einfluß der Schatten bzw. Lichtbildung der Bronchien in der Lungenzeichnung anbetrifft, so ist Verfasser der Ansicht, daß er minimal ist. Ein regelmäßig verzweigtes System parallel verlaufender Streifen mit zentraler Aufhellung konnte er nie wahrnehmen. Auch wo einmal zwei Schattenstreifen parallel verlaufen, ist ihm noch lange nicht bewiesen, daß das allein durch die Bronchialwände bedingt sei. Diese und die weiteren Ausführungen lassen erkennen, daß der Verfasser seine Röntgenplatten ohne Phantasie beurteilt. Sehr eingehend werden ferner die normalen Spitzenverhältnisse erläutert und die rätselhaften Interkostalschatten an den Spitzen geklärt. Verfasser hält die Schatten für Gefäßschatten und stützt seine Annahme, die übrigens Referent schon 1910 mit Hinweis auf Gefäßbilder vertritt (s. Lexikon der Grenzen des Normalen S. 142, Absatz 2 und Anmerkung 4), durch eingehende Studien. Es folgen Kapitel: Stauungslunge, Veränderungen des Bronchialsystems, Bronchiektasien, Bronchialsteine, Bronchusverschluß und Bronchusstenose (sehr ausführlich). Asthma bronchiale. Veränderungen des Lymphgefäßsystems. Steinhauerlunge. Emphysem. Atelektase. Ödem. Stauung, Infarkt. Pneumonie. Gangrän, Abszeß. Tuberkulose (26 Seiten!). Aktinomykose. Lues. Tumoren. Echinokokkus-Flüssigkeitsansammlungen im Pleuraraum. Daran schließt sich ein Literaturverzeichnis und 14 Tafeln mit 56 tadellosen Röntgenogrammen, dazu 40 Seiten Erklärung der einzelnen Bilder.

Im großen und ganzen ein ausgezeichnetes Büchlein, das alles Wichtige und dazu manches Neue in klaren Ausführungen bringt. Alban Köhler.

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Schweizerische Röntgengesellschaft.

II. Jahresversammlung vom 8. März 1914 in Neuenburg.

Vorsitz: Christen, Bern.

Aufnahme von 6 Gesellschaftsmitgliedern.

Referat von Dr. Demiéville, Villars s./Ollon: **Les variations du sang, spécialement des globules blancs, par le traitement radiothérapique.**

An Hand eines reichhaltigen Materials eigener Beobachtungen am Patienten und am Versuchstier erläutert D. die Wirkung der Strahlen auf die Elemente des Bluts und gelangt u. a. zu folgenden Schlüssen:

Nach einer einzigen Bestrahlung mit einer halben Erythemdosis tritt eine Leukopenie und eine Zellzerstörung auf, wenn man eine indifferente Gegend bestrahlt; eine Vermehrung der Leukozyten dagegen, wenn man auf ein hypertrophisches lymphoides Gewebe wirkt. Die beobachtete Leukopenie ist proportional der Leukozytenzahl vor der Bestrahlung.

Ein bis zwei Tage darauf finden sich junge Formen, aber auch abnormale Entartungsformen; es folgt eine Reaktion des Marks, besonders wenn die bestrahlte Gegend reich an myeloidem Gewebe ist.

Bei wiederholten, fraktionierten Dosen entsteht eine Hyperleukozytose, deren Intensität von der bestrahlten Region abhängig ist.

Ohne die Existenz eines Leukotoxins oder Röntgentoxins anzunehmen, glauben wir, daß eine indirekte, vermutlich durch die Zerfallsprodukte bedingte Wirkung auf die blutbildenden



Organe zustande kommt. — Es findet sehr wahrscheinlich eine Zellentartung im zirkulierenden Blute statt, aber die entarteten Zellen werden in der Milz zerstört.

Es erscheint unwahrscheinlich, daß im zirkulierenden Blut die Lymphozyten besonders zerstört werden; im Gegenteil rührt wohl die verschiedene Wirkung auf die blutbildenden Organe von der Filterung durch die Knochen her. (Autoref.)

Referat von Dr. Walther, Zürich: **Der Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Elemente des Bluts.**

Walther hat ebenfalls Versuche angestellt und berichtet über die Veränderung des Blutbilds. Scharfe Trennung zwischen kleinen, reizenden und großen, deletären Dosen. Angriffspunkte für die Strahlenwirkung sind namentlich die blutbildenden Organe. Die Veränderungen des weißen Blutbilds sind im allgemeinen prägnanter, als die des roten. In der Regel tritt als erste Reaktion eine initiale Leukozytose auf, der relativ rasch eine Leukopenie folgt. An der initialen Leukozytose sind nur die Neutrophilen und die großen Mononukleären beteiligt; die Zahl der Lymphozyten und der eosinophil Granulierten nimmt von Anfang an ab.

Die therapeutischen Erfolge bei Blutkrankheiten, namentlich bei Leukämien, waren bisher immer nur vorübergehender Natur. Rezidive bei bestrahlten Fällen sind in der Regel schwer oder gar nicht zu beeinflussen.

Demonstration des Verhaltens der Blutelemente einiger bestrahlter Fälle an Hand graphischer Tabellen. Allgemein gültige Regeln über die Reaktion der einzelnen morphologischen Blutbestandteile lassen sich heute noch nicht aufstellen. Sicher ist, daß das Blut einen feinen Indikator für die Strahlenwirkung bildet.

(Die beiden Referate erscheinen in extenso in der „Schweizerischen Rundschau für Medizin".)

Diskussion. Christen hält die Ausführungen der beiden Referenten für sehr wertvoll. Geben sie uns doch einen Beitrag zur Beurteilung der Allgemeinwirkung unserer radiotherapeutischen Maßnahmen. Es ist ja stets neben der Lokalwirkung zugleich mit einer Allgemeinwirkung zu rechnen und wir sind heute kaum imstande, diese beiden Faktoren auch nur annähernd quantitativ zu trennen. Bei Ovarien- und Drüsenbestrahlung hat die Größe der Eingangspforte keinen Einfluß auf das Organ selbst, aber sie bestimmt die Intensität der Allgemeinwirkung auf das Blut.

Überraschend war die Angabe von Demiéville über die geringen Dosen auf relativ eng beschränkte Oberflächen, welche doch schon deutliche Veränderungen des Blutbilds hervorrufen. Dabei ist allerdings nicht zu vergessen, daß wir neben den Veränderungen der morphologischen Elemente um eine chemische Wirkung (Röntgentoxin, X-Serum) nicht herumkommen, wenngleich diese Frage durch die Cholinbildung längst nicht erschöpft ist. Für die Mitwirkung einer chemischen Komponente sprechen die typischen Röntgenwirkungen, die man nach Einspritzung von solchen Substanzen erhält, welche vorher bestrahlt worden waren. Dadurch wird auch die Desensibilisierung durch Kompression verständlicher, wobei offenbar die sensibilisierbaren Substanzen (Serum, Lymphe) aus dem bestrahlten Gewebe weggedrängt werden. — Mit Rücksicht auf diese, durch die beiden Referate uns näher gebrachten Allgemeinwirkungen der Radiotherapie erscheint auch die Frage der Vierfelderbestrahlung in neuem Lichte. Speziell in der gynäkologischen Tiefentherapie, wo diese Frage zurzeit aktuell ist, muß höchst wahrscheinlich die Allgemeinwirkung als bedeutender Faktor mit in Rechnung gezogen werden.

Auf eine Anfrage betr. die Einwirkung der Strahlung auf Bakterien bemerkt Christen, daß durch die anfängliche Vermehrung der mehrkernigen Elemente die Phagozytose angeregt werde. Die direkte Wirkung auf die Bakterien ist sehr gering. So geht auch die Strahlentherapie darauf aus, nicht die Bakterien direkt zu bekämpfen, sondern die Organe des Blutes zu kräftigen und zur Bildung von Antikörpern anzuregen.

Die Erfahrung von Demiéville, wonach Störungen nach Bestrahlungen bei Kindern nur selten beobachtet werden, bestätigt Christen teilweise, führt aber das Beispiel eines

Knaben mit Sarkom der Milzgegend an, das 6 Jahre hindurch periodisch bestrahlt wurde. Der Tumor ist in eine starre Bindegewebsmasse umgewandelt worden, ohne das Hinzutreten lokaler Schädigungen; dagegen hat das Wachstum des Jungen fast völlig sistiert.

Geschäftliches.

Ziegler (Winterthur).

b) Journalliteratur.

Deutsche medizinische Wochenschrift. 1914. Nr. 12.

Friedberger und Shioji: **Über Desinfektion der Mundhöhle durch ultraviolettes Licht.** Am Kaninchen zeigten sie, daß die Bakterienflora der Mundhöhle durch Bestrahlung mit der Quarzlampe innerhalb 30 Minuten völlig verschwindet. Bestrahlt man gewöhnliche Lymphe, so verschwinden die Begleitbakterien, ohne daß die Kraft der Lymphe selbst notleidet. Sie schlagen daher vor, das Quarzlampenlicht zur Behandlung von Bazillenträgern (Dysentherie, Genickstarre, Kinderlähmung) anzuwenden und durch Behandlung der Kalbslymphe ein von Nebeninfektionen freies Impfmaterial herzustellen.

Nr. 13. Gudzent und Halberstädter: **Über berufliche Schädigungen durch radioaktive Substanzen.** Die Beschäftigung in den Laboratorien und Heilinstituten führt heute eine ganze Anzahl Menschen in engste Berührung mit radioaktiven Substanzen Daß Schädigungen eintreten würden, analog der Röntgenschäden, war zu erwarten. Verfasser fanden: 1. Störungen des Allgemeinbefindens. Sie bestanden in großer Müdigkeit, namentlich bei Beginn der Beschäftigung oder nach längerem Urlaub. Die Frau ist empfindlicher als der Mann. Störungen der Keimdrüsen in Form verlängerter und den Organismus stärker angreifender Menses ließen sich feststellen. Auch das Blutbild war bei allen Untersuchten verändert, namentlich in Form leichter Lymphocytose. — 2. Die Hautveränderungen. Sie betrafen ausnahmslos die Spitzen der drei ersten Finger und bestanden in Hyperkeratose und den mechanischen Folgen. Schwere Spätfolgen sind bisher nicht beobachtet, aber zu erwarten. Die Verfasser schlagen vor, entsprechende Schutzmaßregeln zu treffen.

Nr. 14. David: **Zur Geschichte und Technik der Radiologie des Duodenums.** Das Duodenum ist in der gewöhnlichen Weise mit Einnahme einer Wismutmahlzeit schwer oder gar nicht darstellbar. Verfasser hat nach dem Vorgang von Einhorn, Scheltema u. a. eine Sonde unmittelbar in das Duodenum eingeführt und dieses mit dem Konstrastmittel ausgegossen. Die Technik wird genau beschrieben. Er konnte in allen Fällen ohne große Belästigung der untersuchten Person das Duodenum in ganzer Ausdehnung darstellen und auf dem Leuchtschirm die besonders eigenartigen peristaltischen Vorgänge an demselben verfolgen. Bisher hat er nur normale Verhältnisse untersucht und schlägt vor, größere Reihen von Aufnahmen normaler Personen zu machen.

Nr. 15. Krönig und Gauß, Krinski und Lembke, Wätjen, Königsberger: **Weitere Erfahrungen bei der nichtoperativen Behandlung des Krebses.** Der Stoff ist mit weitgehender Arbeitsteilung behandelt. Die ersten beiden Verfasser bearbeiteten den klinischen Teil, die nächsten den experimentellen, während die histologische und physikalische Arbeit von den beiden letzten herrührt. Zunächst wird die Frage erörtert, ob Homogenbestrahlung mit Röntgen oder einer radioaktiven Substanz der Vorzug zu geben ist. In diesem Sinne wurden eingehende Versuche angestellt, welche ergaben, daß den Röntgenstrahlen vor Mesothorium kein Vorzug zukommt. Eingehend wurde physikalisch und histologisch untersucht, warum dies der Fall ist. Die harten γ-Strahlen dringen ohne Schädigung der Haut in die Tiefe und erreichen selbst in großer Tiefe noch die von den Untersuchern bei einer Anzahl von Beobachtungen festgelegte kritische Dosis, d. h. diejenige, welche eben noch geeignet ist, das Krebsgewebe dauernd zu schädigen, ohne es zum Wachstum zu reizen. Es sind hier verschiedene neue Vergleichswerte eingeführt, die Impulsstärke, Impulsstunde, der Elektivquotient, auf deren nähere Erklärung hier verzichtet werden muß. Durch ihre Anwendung gelang es aber, die kritische Dosis für das Karzinom zu bestimmen.

Eine eingehende Untersuchung ist der Filterdicke und dem Abstand gewidmet. — Einige besonders lehrreiche Fälle, besonders von guter Beeinflussung auch weitgehender Metastasen durch die Bestrahlungtherapie wurde genau geschildert. Es stellte sich heraus, daß die besten Heilresultate stets dann erreicht wurden, wenn man in möglichst kurzer Zeit mit möglichst hohen Dosen das Karzinom zum Verschwinden gebracht hatte. Besonders wichtig sind die Beobachtungen, daß namentlich bei operabelen Karzinomen gute und dauernde Heilungen erzielt wurden. Diese Beobachtungen, z. T. an gut miteinander vergleichbaren Objekten angestellt, ergeben auch, daß die Strahlenbehandlung in bezug auf Gefahr der Metastasierung günstiger ist, da bei ihr die mechanische Hineinpressung von Geschwulstgewebe in die Lymphbahnen fortfällt. Schädigungen des Gesamtorganismus, insbesondere auch durch Störung von Drüsen mit innerer Sekretion, wurde in keinem Fall, selbst bei ausgedehntester Anwendung der verschiedenen Strahlenarten, beobachtet. Die Ergebnisse werden in einem kurzen Schlußurteil etwa fol-



gendermaßen zusammengefaßt: Grundsätzlich verdienen die Strahlen den Vorzug, die unter gleichen Voraussetzungen die stärkste Penetrationsfähigkeit im Gewebe haben. Trotz der großen Fortschritte der Röntgentechnik sind gefilterte Gammastrahlen z. Z. noch die überlegeneren. — Ob bei Behandlung tiefliegender Krebse das Filter dicker sein oder etwa durch ein Zinkfilter ersetzt werden soll, muß noch genauer erprobt werden. — Bei Mesothorium oder Radium ist der Fernabstand auf mindestens 5 m zu bemessen, jedoch dann eine bedeutende Menge anzuwenden (nicht unter einer 500 mg Radiumbromid gleichwertigen), damit bei tiefliegenden Geschwülsten stets noch die kritische Dosis erreicht wird. Bei genügendem Abstand bleiben die früher beobachteten Gewebsschädigungen aus. — Die histologischen Untersuchungen ergeben, daß Röntgen- und Mesothoriumstrahlen prinzipiell auf das Karzinom gleich wirken. Der Elektroquotient zwischen Karzinom- und normaler Gewebszelle ist bei beiden Strahlen so groß, daß die normale Gewebszelle im allgemeinen viel weniger leicht geschädigt wird, als die Krebszelle. — Mit beiden Strahlenarten lassen sich tiefliegende Karzinome ohne merkliche Schädigung gesunden Gewebes zur völligen Rückbildung bringen; sie hat jetzt bis zur Dauer von zwei Jahren beobachtet werden können. — In schwer operabelen Fällen soll stets bestrahlt werden, bei operabelen besonders dann, wenn die Neubildung einer Kreuzfeuerbehandlung gut zugänglich ist. Ferner ist die Bestrahlung zu bevorzugen bei den Karzinomen, die an sich eine hohe Operationsmortalität mit großer Rezidivfähigkeit aufweisen (z. B. Vulva- und Vaginakarzinome). — Ist ein Karzinom operativ entfernt, so muß die Narbe zur Vermeidung eines Recidivs mindestens zwei Jahre in bestimmten Zwischenräumen unter Strahlenbehandlung gesetzt werden.

No. 18. Jesionek: **Zur Lichtbehandlung des Lupus.** In einer längeren logisch aufgebauten Erörterung führt J. genau aus, wie der Lupus seiner Ansicht nach entsteht und daß bei seiner Entstehung die ungebundenen, im Gewebe sich verbreitenden Gifte — Tuberkuline — eine große Rolle spielen. Die Lichtbehandlung besteht nun darin, am Orte der Erkrankung eine künstliche Entzündung zu erzeugen. Der Vorgang ihrer Entstehung wird ebenfalls genau ausgeführt. Durch das entzündliche Serum, welches auf diese Weise an den Ort der Erkrankung gelangt, werden vielleicht dem lupösen Gewebe Komplemente zugeführt, welche die im tuberkulösen Gewebe wohnenden Ambozeptoren befähigt, ihre Antikörperwirkung zu entfalten. Da es allein darauf ankommt, die Entzündung im Lupusgewebe durch Licht zu erzeugen, so sind alle kostspieligen Apparate wie Finsen usw. überflüssig, da die Entzündung sich auch durch genügende Besonnung, durch Uviol- und Quarzlampenlicht usw., ebenfalls erzielen läßt. J. benutzt die Sonne in den Sommermonaten, Kromayerlampe, künstliche Höhensonne, und zwar ohne Anämisierung und sonstige komplizierte Einrichtungen.

No. 21. Allmann: **Die unblutige Karzinombehandlung.** Mitteilung von Erfahrungen über Krebsbehandlung mit strahlender Energie, kombinirt mit anderen Methoden an 85 Frauen. — Es wurde Mesothorium mit vernickeltem Messingfilter benutzt und große Dosen in kurzer Zeit gegeben. Größere oder kleinere Pausen wurden je nach dem lohnenden Befund eingeschoben. Daneben örtliche Wärmeanwendung, Liegen im Freien, langandauernde Arsen-, Jod- oder Cholinzufuhr. Letzteres Präparat namentlich unterstützt nach seiner und Rittles Beobachtungen die Behandlung wesentlich.

Nr. 23. Schittenhelm und Meyer-Betz: **Erfahrungen mit der Tiefentherapie in der inneren Medizin.** Große Dosen harter Strahlen, ohne Schädigungen der Haut kurz hintereinander gegeben, haben sich bei den beschriebenen Krankheiten bewährt. Leukämien wurden sehr gut beeinflußt, vor Überdosierung und zu rascher Rückbildung des Blutbildes ist zu warnen. Die Bestrahlung wirkt lange nach. Lymphosarkome sind ziemlich widerstandsfähig, brauchen hohe Dosen. Zu kleine Dosen reizen ihr Wachstum. Es wurden verschiedene sehr gute Erfolge erzielt, namentlich auch bei einem Fall von mediastinalem Sitz. Der Tumor und seine Folgen schwanden in kurzer Zeit. Tuberkulöse Drüsen reagieren gut und schnell, rezidivieren leicht. Maligne Geschwülste, insbesondere Karzinome am Magen und Darm, zeigten keinerlei nennenswerte günstige Röntgenwirkung. Die Dosen sind offenbar noch zu gering.

Schlesinger: **Das röntgenologisch Erkennbare beim Ulcus duodeni.** Die Beobachtungen hat er an einem Material von 114 Fällen angestellt. Die Diagnose wird seiner Ansicht nach sehr oft durch die Röntgenuntersuchung gefördert, die oft sogar entscheidet. Die scheinbaren Widersprüche anderer Röntgenuntersucher glaubt er aufklären zu können. Er faßt etwa folgendermaßen zusammen: Nur in wenigen Fällen zeigt sich bei Ulcus Duodeni im Duodenum selbst eine Veränderung im Röntgenbild. Wichtiger sind die sekundären Veränderungen, die das Duodenalgeschwür stets am Magen erzeugt, und zwar handelt es sich um Reflexwirkungen, welche stets einheitlich, im Sinne einer Hyperfunktion auftreten. Am besten ist der Zustand als reflektorische Exzitationsneurose zu bezeichnen. Widersprüche, die sich fanden, sind aus Ermüdungs- und Erschöpfungszuständen zu erklären. Der funktionellen Übererregbarkeit folgen sekundäre Folgeerscheinungen. Primär: Hyperperistaltik, Hypertonie; von besonderer Bedeutung sind Hypertonie und Pylorospasmus; Hypersekretion. Sekundär: Dauerbulbus, Hochdrängen des Pylorus nach rechts oben während der peristalten Tätigkeit, ferner Dilatation der Pars pylorica und Ausladung nach rechts über die Pars verticalis duodeni hinweg, Ektasie des ganzen Magens. Diese anatomischen Veränderungen erst geben der Magenneurose bei Ulcus Duodeni ihr besonderes Gepräge und lassen sie von der andern Neurose, besonders denen bei Neurasthenie,



Cholelithiasis, Appendicitis usw., bei denen die Sekundärveränderungen in der Regel fehlen, unterscheiden. Die Unterschiede sind, wenn auch deutlich, doch meist nur graduell und ihre Differenzierung erfordert sorgfältige klinische Erwägung. Praktisch hat sich ergeben, daß sie häufig von Erfolg sein können.

Nr. 24. Friedberger und Mironescu: **Eine neue Methode, Vakzine ohne Zusatz von Desinfizientien unter Erhaltung der Virulenz keimfrei zu machen.** Vermittelst der Begleitbakterien der Lymphe durch ultraviolettes Licht der Quarzlampe. Sie gelang selbst bei künstlich und natürlich aufs stärkste verunreinigte Lymphe, ohne daß diese ihre Wirksamkeit einbüßte. Hinweis auf die Wichtigkeit des Verfahrens für Ausbruch von Epidemien und bei Mobilmachung.

Rautenberg: **Röntgenphotographie der Leber, der Milz und des Zwerchfells.** Versuche mit Sauerstoffeinblasung in die Bauchhöhle. Bis zu 6 l wurde ohne Schaden, sogar mit Nutzen für den Kranken verabreicht, da es sich bei den Versuchen um Leute mit Lebercirrhose handelte, denen der Aszites abgelassen war. Der sonst leicht auftretende Meteorismus blieb nach der Aufblasung aus. Bei Aszites ist dies Verfahren als diagnostisches Mittel daher sehr zu empfehlen. Die Lage der Leber, der Milz, der Zwerchfellkuppeln, ebenso die Konsistenz und Oberflächenbeschaffenheit dieser Organe läßt sich durch die Röntgenuntersuchung sehr leicht erkennen. Verwachsungen und dgl. werden gut festzuztellen sein.

Nr. 25. Wichmann: **Die Bewertung der Röntgenstrahlen in der Therapie des tiefgreifenden Hautkrebses.** Den Röntgenstrahlen kommt in der Lokalbehandlung des Karzinoms keine suveräne Bedeutung zu, auch wenn man ihre Härte und Homogenität noch weiter steigert. Operative Eingriffe und andere Strahlenarten werden neben ihnen unentbehrlich sein.

Heinecke: **Zur Frage der Einwirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf innere Organe, insbesondere auf die Milz.** Eine Entgegnung auf die Arbeit von Krönig, Gauß usw. Weitere Beobachtungen bei der nicht operativen Behandlung des Krebses. Dort war behauptet, daß auch bei weitgehender Bestrahlung eine Schädigung an den inneren Organen festzustellen gewesen sei. H. warnt vor zu weitgehenden Schlüssen in dieser Hinsicht, weil einmal die Bestrahlungen beim Menschen doch nur lokal sind und dann auch der autoptische Befund viel später erhoben wird wie z. B. beim Versuchstier. Da die blutbildenden Organe sehr große Regenerationskraft haben, sind die Röntgenschädigungen an ihnen bis dahin verschwunden. Trapp (Riesenburg).

Medizinische Klinik, 1914. H. 16.

Strauß: **Strahlentherapie.** Ausführliches Referat über die wichtigsten Arbeiten, die dieses Gebiet betreffen, mit vielen persönlichen und kritischen Bemerkungen des Verfassers. Über die Bestrahlungstechnik sagt er zusammenfassend nach eingehender Besprechung der Sekundärstrahlungsfrage, daß die hauptsächlich zu verwendende Strahlung die der Röntgenröhre sei. Die radioaktiven Körper eignen sich nur zur örtlichen Beeinflussung der Karzinomherde. Als Filtermaterial hat sich Aluminium bzw. Messing bewährt, das Bleifilter ist wegen seiner gefährlichen Sekundärstrahlung verlassen.

Faulhaber und v. Redwitz: **Uber den Einfluß der zirkulären Magenresektion auf die Sekretion und Motilität des Magens.** Die zirkuläre Magenresektion ist die Entfernung des mittleren erkrankten Anteils mit direkter Wiedervereinigung des kardialen und pylorischen Stumpfes. F. und v. R. hatten Gelegenheit, 15 von 26 an der Enderlenschen Klinik operierte Fälle einer Nachuntersuchung zu unterziehen, bei denen die Operation 16 Tage bis zwei Jahre zurücklag. Sie hatten alle bis auf einen an Gewicht zugenommen und ihre volle Arbeitsfähigkeit wiedererlangt. Pepsin war in allen Fällen nachweisbar. Die Säurewerte waren stets erheblich vermindert, in einigen Fällen bis zum Fehlen freier Salzsäure. Vor dem Röntgenschirm zeigten sie fast alle ein gutes Füllungsbild mit deutlicher zirkulärer Einschnürung an der Stelle der Operationsnarbe, die die Verfasser im Gegensatz zu Kümmell nicht als spastische Einschnürung auffassen wollen, sondern als Schattenaussparung des bei der Operation eingestülpten Teiles der Magenwand. Die Entleerung erfolgte in beinahe allen Fällen sehr rasch. (35—120 Minuten). Nur in einem Falle ließ sich durch Kohlensäureaufblähung eine Pylorusinsuffizienz nachweisen. Für die niedrigen Säurewerte kommen die rasche Entleerung und der Ausfall von Drüsensubstanz, eventl. die Entfernung des Sekrets anregenden Ulkus in Betracht. Für die Veränderung der motorischen Phänomene führen die Verfasser die Untersuchungen Kaplans an, der diese Beschleunigung der Entleerung auch im Hundeversuch bekommen hat und als Störung des Kräftegleichgewichtes zwischen Fundus und Pylorusabschnitt des Magens infolge Reduktion des Volumens auffaßt. Die Verkleinerung des Magens an sich spielt außerdem eine große Rolle und auch die niedrigen Säurewerte können eventl. durch ihre Wirkung auf den Mehringschen Duodenalreflex von Wichtigkeit sein.

Wilhelm Nonnenbruch (Würzburg).

Zeitschrift f. klin. Medizin. 79. Bd. H. 5 und 6.

Lewis Gregory Cole: **Die Diagnose der bösartigen und gutartigen Magen- und Duodenalläsionen und ihre Unterscheidung durch Serienröntgenaufnahmen.** Verf. stellt der von Kaestle, Rieder und



Rosenthal angegebenen Bioröntgenographie des Magens die von ihm eingeführte Serienphotographie gegenüber, welche in einer Reihe von 24 und mehr Momentaufnahmen des mit Kontrastmahlzeit gefüllten Magens besteht; C. sucht nämlich den Wert der Arbeit obengenannter Autoren weniger in der Röntgenkinematographie, die er erst für einwandfrei hält, wenn acht Bilder in einer Sekunde hergestellt werden können statt, wie bisher ein Bild in zwei Sekunden, als vielmehr in der großen Anzahl ihrer Momentbilder und will Bilder erzeugen, welche die Unterbrechung von 24 verschiedenen peristaltischen Wellen darstellen; letzteres erscheint ihm für die Diagnose wertvoller als 24 Aufnahmen von Unterbrechungen einer individuellen peristaltischen Kontraktion. Als Vehikel für das Bi-Salz benützt Verf. Buttermilch oder eine andere Flüssigkeit, weil dieses Gemenge in jede Schleimhautfalte eindringt, und er betont die Wichtigkeit der Verabreichung einer gemischten Nahrung nach der Bi-Mahlzeit unmittelbar nach der Untersuchung, da nur aus der Schnelligkeit der Passage dieses nunmehr mit der Bi-Milch vermischten Nahrungsgemenges auf die motorische Kraft des Magens wirklich geschlossen werden könne. Analog der Herzbewegung spricht C. von Systole und Diastole des Magens als einer periodischen Kontraktion und Erschlaffung aller peristaltischen Wellen während jeder gastrischen Periode außer der von der von den obengenannten Forschern beschriebenen peristaltischen Wellenbewegung nach dem Pylorus zu. Verf. kommt durch seine Untersuchungen zu mannigfachen Ergebnissen: so faßt er die sogenannte Kappe (cap), welche gewöhnlich als Pars hor. sup. duodeni bezeichnet wird, als einen Teil des Magens auf, dessen anatomische, physiologische, chirurgische und röntgenologische Eigenschaften sie besitze, und schlägt den Namen Pilles ventriculi für diesen Teil vor; die Untersuchung desselben ist für die Erkennung von Gastroduodenal- und Gallenblasenerkrankungen sehr wichtig. Eine periodische Kontraktion des Sphincter pylori konnte C. auf mehreren hundert Plattenserien nicht erkennen; dagegen spielen sich periodische Kontraktionen in konstanten Intervallen im zweiten und dritten Teil des Duodenum ab, wodurch sich dessen alkalischer Inhalt entleert und saurer Chymus aus der „Kappe" nachfließen kann; auch bei offenem Sphinkter kann eine gastrische Retention bestehen, so bewirkt z. B. Mangel an alkalischer Absonderung ins Duodenum Stockung in diesem dabei sich notwendig erweiterten Darmabschnitt und damit ein Verharren des Speisebreis im Magen und in der Kappe, weil der saure Chymus nicht genügend neutralisiert wird. Der zweite und dritte Teil des Duodenum ist wegen der Schnelligkeit der Passage von seiten der Nahrung für gewöhnlich nicht sichtbar, doch kann man ihn zur Darstellung bringen, indem man durch Einführung eines Einhornschen Pyloruserweiterers bis zum Anfangteil des Leerdarmes und Aufblasung des letzteren den Chymus im Duodenum staut und das Lumen des Zwölffingerdarms völlig ausfüllt; es ist wichtig auch die negative Diagnose auf Krebs oder verhärtetes Ulkus dadurch sicher stellen zu können. Es folgen nunmehr die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zwischen malignen und benignen Erkrankungen dieser Verdauungskanalabschnitte (Magen- und Duodenalgeschwüre, Adhäsionen, Cholecystitis mit Verwachsung an Pylorus und „Kappe", krankhafte Faltenbildung der Schleimhaut); auch die Grenzfälle sind nicht vergessen, welche nicht alle Eigenschaften der Bösartigkeit besitzen und gutartigen Läsionen ähneln können, wenn sie von ausgebreiteten Adhäsionen begleitet sind. Hierher gehört vor allem das verhärtete Ulkus, das solange als bösartig angesehen werden soll, bis die mikroskopische Untersuchung nach Entfernung desselben das Gegenteil ergibt. C. stellt sodann die Indikationen für chirurgische Eingriffe nach dem Ergebnisse der Röntgenuntersuchung und schildert an der Hand von sechs Tafeln eine Anzahl einschlägiger Fälle.

Prometheus. Illustrierte Wochenschrift über die Fortschritte in Gewerbe, Industrie und Wissenschaft. Jahrgang XXV. Nr. 30.

Bechstein: **Kamera für mikroskopische Röntgenaufnahmen.** Beschreibung einer durch schematische Zeichnung erläuterten Kamera zur Herstellung mikroskopischer Röntgenbilder nach dem von Pierre Goby angegebenen Verfahren der Mikroradiographie. F. Winkler (Ingolstadt).

Archives d'électricité medicale. Bd. 22 (1). S. 600. 1914.

Cl. Regaud: **Osmo-antikathodischer Vakuumregler für Röntgenröhren.** Bei den bisher bekannten Osmoregeneratoren wird ein an die Röntgenröhre angeschmolzenes kleines Röhrchen aus Platin- oder Palladium durch eine Flamme erhitzt, und es diffundiert dann das in letzterer stets enthaltene Wasserstoffgas durch das glühende Metall in die Röhre hinein. Da nun die Benutzung einer Flamme lästig und auch für die Röhre nicht ungefährlich ist, so bewirkt Verfasser die Erhitzung des Osmometalles durch Kathodenstrahlen, muß dann aber natürlich den zur Diffusion nötigen Wasserstoff noch durch eine besondere Vorrichtung an das glühende Metall heranleiten. Es werden mehrere solcher Vorrichtungen beschrieben. Als Gasquelle wird entweder ein elektrolytischer Wasserzersetzungsapparat oder eine Wasserstoffbombe vorgeschlagen. Auch Leuchtgas kann man verwenden, da es an glühendem Metall Wasserstoff abspaltet; indessen soll die Porösität des Metalles dadurch vermindert werden. Man kann nun zwar auch die gewöhnliche Antikathode der Röhre zu einer solchen Osmoantikathode ausbilden, indessen ist es doch zweckmäßiger, eine besondere Osmoantikathode in einer Ansatzkugel der Röhre zu verwenden, zu der dann natürlich auch eine besondere Kathode herzurichten ist. Der Brennfleck auf



jener Antikathode darf nicht zu scharf sein, da das dünne Platinblech derselben sonst durchstochen werden würde. Um nach Belieben den Strom durch die Röhre und durch die Reguliervorrichtung gehen zu lassen, ist ein besonderer Hochspannungsumschalter nötig. Die Vorrichtung soll erheblich ergiebiger wirken als die gewöhnlichen Osmoregulierungen mit Flamme. Sie kann auch zum Härtermachen der Röhre dienen, wenn man nämlich Luft statt Wasserstoff in die Kammer der Osmoantikathode leitet.

Verhandl. d. K. Sächs. Ges. d. Wissenschaft. Bd. 66. S. 76. 1914.

J. E. Lilienfeld: **Eine von der Erhöhung des Zündpotentials freie Röntgenröhre.** In den Röntgenröhren des Verfassers, die bekanntlich die Vorläufer der Coolidge-Röhre darstellen, wird die eigentliche Entladung durch eine vorhergehende, sog. Primärentladung eingeleitet, die von einem besonderen Hochspannungstransformator geliefert und auch der Röhre durch eine besondere Kathode zugeführt wird. Diese ihrerseits muß dann vorher noch wieder durch einen besonderen Strom glühend gemacht werden, so daß also zum Betriebe der Röhre drei Stromkreise nötig sind. Verfasser hat nun die Form und die Lage seiner Glühkathode mehrfach geändert (s. Fortschr. Bd. 18, S. 257, und Bd. 20, S. 449) und auch diese neueste Veröffentlichung bringt abermals eine solche Veränderung, die in bezug auf die äußere Gestalt der Röhre sogar einen nicht unerheblichen Nachteil gegen früher bedeutet. Denn während die Glühkathode früher in der Kugel der Hauptröhre selbst untergebracht war und also die Gestalt dieser unverändert ließ, ist sie neuerdings in eine besondere, an den Kathodenhals der Hauptröhre angeschmolzenen Kugel gestellt worden. Dies soll bezwecken, daß die von ihr ausgehenden Kathodenstrahlen, indem sie durch ein in der Hauptkathode angebrachtes Loch in die Hauptröhre hineindringen, in dieser sich in der gleichen Bahn bewegen wie das von ihnen auszulösende Kathodenstrahlenbündel selbst. Dieser Zweck wird nun aber offenbar in der Coolidge-Röhre dadurch, daß darin Glühkathode und Hauptkathode zusammenfallen, in viel einfacherer Weise erreicht, und da nun bei dieser außerdem auch der die Primärentladung bewirkende Stromkreis ganz fortfällt und somit auch der Betrieb erheblich einfacher wird, so dürfte auch die neue Röhre des Verfassers in der Praxis kaum den Vergleich mit derjenigen von Coolidge aushalten.

Comptes rendus. Bd. 158. S. 1493. 1914.

M. de Broglie: **Über die Spektroskopie der außerhalb der Röntgenröhren ausgesandten sekundären Strahlen und über die Absorptionsspektren.** Verf. hat nach seinem Verfahren (s. Fortschr. Bd. 22. S. 149) auch das Spektrum der sekundären, d. h. der von den gewöhnlichen Röntgenstrahlen in einem Stoffe außerhalb der Röhre erregten Röntgenstrahlen aufgenommen und dabei z. B. für das des Messings gefunden, daß es die charakteristischen Linien der darin befindlichen chemischen Elemente enthält. Ferner teilt er mit, daß man nach seinem Verfahren auch das Absorptionsspektrum der Röntgenstrahlen in einem beliebigen Stoff erhalten könne, dazu aber genügend lange exponieren müsse, um den kontinuierlichen Grund des Emissionsspektrums genügend deutlich zu erhalten. Es zeigt sich dabei, daß die Elemente im allgemeinen eine scharf abgegrenzte Absorptionsbande besitzen; und zwar liegt dieselbe bei kürzeren Wellenlängen als diejenige ihrer charakteristischen Eigenstrahlung, so daß es sich also bei dieser Absorption um einen der Fluoreszenz ähnlichen Vorgang handelt. Schließlich bemerkt Verf., daß die beiden starken Banden, die er früher in allen seinen Emissionsspektren erhalten hat (s. Fortschr. Bd. 22. S. 152) möglicherweise einer besonderen Empfindlichkeit des Bromsilbers der photographischen Platte für diese Spektralgegenden zuzuschreiben seien, und zwar könnte die eine Bande dem Brom und die andere dem Silber zugehören. Diese Vermutungen sind allerdings noch näher zu erweisen; wenn dieselben jedoch zutreffen würden, so wäre dann die Lage des Emissionsspektrums der eigentlichen primären, d. h. der vom Brennvorgang der Kathodenstrahlen herrührenden Röntgenstrahlen der Röhre, das ja früher in den genannten Banden gesucht wurde, und somit auch die Wellenlänge dieser Strahlen noch unbestimmt.

Nature. Nr. 2327. Bd. 93. S. 349. 1914.

M. de Broglie: **Spektra sekundärer Röntgenstrahlen** (s. zunächst vorstehendes Referat). Hier wird u. a. noch mitgeteilt, daß man durch Aufnahme des Sekundärstrahlenspektrums sogar die Anwesenheit eines Metalles in einem Stoffe nachweisen kann, der sich z. B. in einer Papiertüte befindet, ohne diese Tüte zu öffnen. Das Metall verrät sich eben durch seine charakteristische Linien in dem Sekundärstrahlenspektrum, und damit ergibt sich also eine neue Art qualitativer chemischer Analyse.

Zeitschrift für Elektrochemie. Bd. 20. S. 319. 1914.

K. Fajans: **Über die Endprodukte radioaktiver Zerfallsreihen.** Aus der vom Verf. begründeten Einreihung der radioaktiven Stoffe in das periodische System der chemischen Elemente ergab sich u. a. die Folgerung, daß es chemische Elemente geben muß, die trotz verschiedenen Atomgewichtes doch vollkommen identische chemische Eigenschaften haben, oder daß umgekehrt zwei chemische Elemente mit vollkommen identischen chemischen Eigenschaften durchaus nicht das gleiche Atomgewicht zu haben brauchen. Dieser Schluß hat durch Untersuchungen, die auf Veranlassung des Verf. von M. Lambert



in dem Laboratorium des durch seine genauen Atomgewichtsbestimmungen bekannten Prof. Th. Richards in Cambridge in Nordamerika angestellt wurden, eine vollkommene Bestätigung gefunden, indem sich herausstellte, daß Blei, welches aus Uranmineralien herstammte, das Atomgewicht 206,6, gewöhnliches Blei dagegen, das wahrscheinlich eine Mischung von solchem, welches von Uran und solchem, welches vom Thor abstammt, ist, das Atomgewicht 207,1 hat, trotzdem beide Stoffe chemisch und auch spektroskopisch keine Unterschiede zeigen. Ein ähnliches Resultat teilt übrigens auch Hönigschmid in der nachstehend referierten Abhandlung mit. Verf. bemerkt noch weiter, daß somit für die chemische Forschung ein ganz neues Gebiet eröffnet wird, nämlich die Bestimmung des Atomgewichtes eines chemischen Elementes in Abhängigkeit von seinem Ursprungsort.

O. Hönigschmid: **Revision des Atomgewichtes des Urans.** Das Atomgewicht des Urans als des Ausgangselements der Uran-Radiumreihe ist von besonderer Wichtigkeit, und Verf., von dem ja auch eine besonders sorgfältige Bestimmung des Atomgewichtes des Radiums selbst herrührt, hat es deswegen neu bestimmt. Er findet dafür 238,18, d. h. etwa 0,3 Einheiten unter dem derzeit angenommenen internationalen Wert. Verf. meint, daß dadurch der derzeitige, mit 226,4 angenommene internationale Wert des Atomgewichtes des Radiums, der sich hauptsächlich auf die Untersuchungen der Frau Curie gründet, sehr unwahrscheinlich, und die von ihm selber gefundene Zahl 225,97 wahrscheinlicher gemacht sei, da die Differenz zwischen den Atomgewichten des Urans und des Radiums infolge der inzwischen stattfindenden dreimaligen α-Strahlenumwandlung $= 3 \times 4 = 12$ betragen müsse. Da indessen das Atomgewicht des Heliums zu $= 3{,}96$ angenommen wird, ferner $3 \times 3{,}96 = 11{,}88$ und $238{,}18 - 11{,}88 = 226{,}30$ ist, so würde nach dieser Berechnung sich ein Wert ergeben, der dem Curieschen Wert sogar etwas näher liegt als dem Hönigschmidschen, und nach Ansicht des Referenten scheint es daher als das richtigste, als Atomgewicht des Radiums das Mittel aus dem Curieschen und dem Hönigschmidschen Wert, d. h. also 221,21 anzunehmen.

Archives of the Röntgen ray. Nr. 168. Bd. 19. S. 63. 1914.

W. E. Schall: **Durchdringungsvermögen oder Qualität der Röntgenstrahlen.** An der Hand von 4 sehr charakteristischen Handaufnahmen mit bzw. einer sehr weichen, einer weichen, einer mittelharten und einer sehr harten Röntgenröhre werden die bekannten Unterschiede dieser verschiedenen Röhrenarten erörtert und Winke für ihre Anwendung in der Diagnostik und Therapie gegeben. Zumal wird betont, daß das Durchdringungsvermögen der Strahlung einer und derselben Röhre sich auch mit der durch sie hindurchgesandten Stromstärke ändert, eine Tatsache, die übrigens schon vom Referenten vor längerer Zeit hervorgehoben worden ist (s. den Artikel: „Über die durch verschiedene Betriebsweise einer Röntgenröhre bewirkten Härteänderungen derselben“ in den Verhandl. d. Deutschen Röntgen-Gesellschaft. Bd. 8. S. 92. 1912).

ibidem. S. 73.

W. E. Schall: **In Quarzglas eingeschmolzene Elektroden.** Zur luftdichten Einschmelzung einer Metallelektrode in Quarzglas verwendet die Silica Syndicate Ltd neuerdings geschmolzenes Blei, das in eine geeignete Höhlung des Quarzglases hineingegossen wird, in die die einzuschmelzende Elektrode hineinragt. Wenn dann allerdings in der Notiz weiter gesagt wird, daß man in Zukunft versuchen werde, Röntgenröhren ganz aus Quarzglas herzustellen, in der Hoffnung, daß dieses die Röntgenstrahlen besser durchläßt als das gewöhnliche Glas, so ist dazu zu bemerken, daß nach den Untersuchungen des Referenten die Durchlässigkeit des Quarzglases für Röntgenstrahlen von der des gewöhnlichen sich so gut wie gar nicht unterscheidet.

Walter, Hamburg.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10 Hamburg, zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Band XXII Ausgegeben am 25. Januar **Heft 5**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen, Privatdozent Dr. **Christen** in Bern, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Privatdozent Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1915

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)



Die Histogenese des Röntgen- (und des Teer-) Karzinoms.

Von

Prof. Dr. **Hugo Ribbert** in Bonn.

Die Zahl der Karzinome, bei denen bestimmten äußeren Einwirkungen mit voller Sicherheit eine ätiologische Bedeutung zugeschrieben werden muß, ist nicht groß. Zu ihnen gehören die durch Röntgenstrahlen und die durch Teer hervorgerufenen Krebse, für deren Entstehung einerseits die Beteiligung irgendwelcher und irgendwie zu deutender parasitärer Einflüsse und andererseits ein vorheriges Bestehen kongenitaler Anomalien ohne weiteres ausgeschlossen werden kann. Beide Karzinome entwickeln sich ausschließlich infolge der Schädigung der Haut durch jene beiden über längere Zeit sich erstreckenden Einwirkungen.

Über die Histogenese dieser beiden Krebse liegen schon mehrere Untersuchungen vor. Ich habe sie in meinem Buche das „Karzinom des Menschen" angeführt und durch eigene Erfahrungen ergänzt. Inzwischen hat O. Hesse[1]) die Klinik und Genese des Röntgenkarzinoms zusammenfassend behandelt.

Da ich neuerdings den einen in jenem Werke schon verwerteten Fall von Röntgenkrebs noch eingehender untersucht, ferner eine neue Beobachtung und eine Röntgendermatitis, weiterhin zwei beginnende Teerkrebse zur Verfügung habe, so halte ich es, trotzdem ich das Gebiet schon so oft, zuletzt auch in meiner „Geschwulstlehre" (2. Aufl.) behandelt habe, für angezeigt, nochmals darauf einzugehen, um immer wieder zu zeigen, daß die von mir hervorgehobenen Befunde und Gesichtspunkte die Grundlagen der Karzinomgenese sind. Ich würde aber trotzdem die Auseinandersetzungen nicht bringen, wenn es sich nicht eben um genetisch so einwandfreie Krebse wie jene beiden handelte.

Das Wesentliche meiner Auffassung von der Entstehung des Karzinoms stelle ich in folgenden Sätzen voran. Ich bin nicht wie so viele andere der Meinung, daß die Veranlassung zum schrankenlosen Wachstum des Epithels nur in ihm, in einer eigenartigen Umwandlung seiner Zellen zu suchen sei. Ich gebe zu, daß auch das Epithel Veränderungen zeigt, aber diese gehen nicht grundsätzlich über das hinaus, was man auch bei regenerativer Wucherung an ihm sieht[2]). Es finden sich freilich auch ungewöhnlich große, gequollene Epithelien und, zumal an ihnen, unregelmäßige Mitosen, aber diese Anomalien sind regressiver Natur und gerade deshalb kann von ihnen die krebsige Proliferation nicht abhängen. Denn nur vollkräftige Zellen können sich dauernd vermehren. Der Anstoß zum Tiefenwachstum des Epithels geht von dem Bindegewebe aus, in dem sich Veränderungen abspielen, die dem nicht nur stets proliferationsfähigen, sondern auch in der Norm sich beständig vermehrenden Epithel Gelegenheit zum Eindringen geben, sein Wachstum auslösen. Die sonst vorhandene Spannung zwischen den beiden Bestandteilen ist beseitigt, der Widerstand des Bindegewebes ist aufgehoben und nun dringt das Epithel in ähnlicher Weise hinein, wie es in Lücken und Spalten der Kutis eindringen würde. Daß es aber zapfen- und wurzelförmig erscheint, erklärt sich daraus, daß ihm diese Anordnung durch die normale Drüsenbildung vorgezeichnet ist. Die Veränderungen des Bindegewebes aber sind teils regressiver, teils entzündlicher Natur. Elastische und kollagene Fasern schwinden und damit

[1]) Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstrahlen, Bd. XVII.

[2]) Vgl. meinen Aufsatz in „Die Naturwissenschaften", 1914, Heft 28.

verbindet sich eine sehr lebhafte zellige Infiltration, die mehr noch als jene regressiven Prozesse die Entspannung für das Epithel herbeiführt. Indem nun diese entzündlichen Vorgänge sich in dem Bindegewebe immer weiter ausdehnen, kann das Epithel überallhin nachfolgen und indem es das tut, gewinnt es immer mehr die Unabhängigkeit von seinem primären Standort, immer mehr die Fähigkeit zu der selbständigen Wucherung, die es im Karzinom auszeichnet und die dessen Eigenart ausmacht. Darin liegt ja gerade das Wesen des Karzinomes, daß die Epithelien im Bindegewebe, in Gefäßen, kurz im Innern von Geweben, in die sie sonst nicht hineingehören, zu wachsen vermögen. Und diese Fähigkeit erlangen sie durch eine allmähliche Anpassung an die neuen Bedingungen, unter denen sie auf dem entzündlichen Boden leben und in das zellig infiltrierte Bindegewebe eindringen. Sie verlieren etwas von ihrer Differenzierung, von ihrem Gebundensein an die normalen Beziehungen und gewinnen zugleich die Möglichkeit unter den veränderten Lebensverhältnissen nicht nur zu existieren, sondern auch, aus dem normalen Verbande ausgeschaltet, lebhaft zu proliferieren. Die Anpassung erfolgt aber langsam und manche Epithelien, die sich noch nicht ausreichend an die neuen Bedingungen gewöhnt haben, gehen währenddem zugrunde. Sie werden von Fremdkörperriesenzellen eingehüllt.

Die subepithelialen Zustände des Bindegewebes sind bei der Karzinomgenese nicht allein die Folgen der Einwirkung äußerer Schädlichkeiten. Klinisch sehen wir jedenfalls zuerst eine umschriebene Hyperkeratose auftreten, und da wir aus den histologischen Befunden entnehmen müssen, daß sie zu den ersten Veränderungen gehört, so liegt es nahe, sie auch für die Entzündung der Kutis mit verantwortlich zu machen. Beim Röntgenkrebs wird man das besonders tun, weil er oft erst entsteht, nachdem die Bestrahlung schon jahrelang ausgesetzt war, während die Keratose, die Röntgendermatitis sich schon früh entwickelt hatte. Doch mag hier der innere Zusammenhang zwischen Bestrahlung, Keratose und Entzündung im übrigen unerörtert bleiben, wir beschränken uns nunmehr auf die histologischen Befunde und lassen auch alle sonstigen theoretischen Erörterungen beiseite.

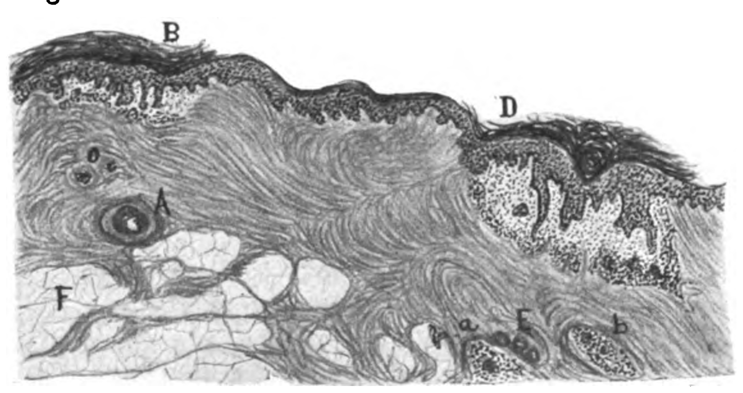


Fig. 1.

In dem ersten uns beschäftigenden Falle von Röntgenkarzinom war ein Mittelfinger wegen voll entwickelten Krebses vor mehreren Jahren entfernt worden. Der nun auch amputierte Zeigefinger bot eine ausgedehnte ungleichmäßige Keratose der ganzen dorsalen Fläche mit einzelnen leicht defekten, karzinomverdächtigen Stellen. Eine von diesen hatte ich damals untersucht und aus ihr die den Figuren 106, 107, 108 zugrundeliegenden Präparate gewonnen. Weiterhin aber habe ich alle anderen dorsalen Teile des Fingers durchgearbeitet und eine viel weitergehende Krebsentwicklung gefunden, als man es makroskopisch ahnen konnte. Wo man mit bloßem Auge nichts sah als eine hornige Verdickung der Epidermis, war unter dem Mikroskop das Epithel oft schon bis in die Nähe des Knochens gelangt. Die Figuren 1 und 2 sollen darüber zunächst bei Lupenvergrößerung orientieren. In Figur 1 sieht man links unter B ein frühes Stadium der Krebsgenese, eine subepitheliale helle Zone der Kutis mit zelliger Infiltration (vgl. Fig. 3) und einem deutlichen Einwachsen von Epithelzapfen. Oben liegt eine dicke Hornschicht. In der Tiefe nahe dem Fettgewebe eine große Arterie mit sehr stark verdickter Wand. Da sie sich fast in der ganzen Länge des Fingers in dieser Weise verändert findet, auch da, wo von Krebsentwicklung und Entzündung nichts

wahrzunehmen ist, darf angenommeu werden, daß sie selbständig für sich durch die Bestrahlung geschädigt wurde. Und wie sie einerseits nicht von der die Karzinomentstehung einleitenden Entzündung abhängig ist, so ist es andererseits aus denselben Gründen auch abzulehnen, daß ihre Veränderung für die Bildung des Krebses Bedeutung haben könnte. Rechts unter D ist der Prozeß weiter fortgeschritten. Die Epidermis zeigt starke Keratose. Das Bindegewebe ist in einem größeren Bezirk aufgehellt, d. h. frei von elastischen und kollagenen Fasern und zugleich zellig infiltriert. Dort hinein ist das Epithel zapfenförmig eingedrungen. In den tieferen zellreichen Abschnitten finden sich einige scheinbar isolierte Epithelinseln, in Wirklichkeit Durchschnitte von Epithelsträngen. Besonders interessant ist es nun, daß in der Tiefe unter diesem subepithelialem Felde bei E zwei rundliche Bezirke (a und b) zelliger Infiltration liegen, die beide kleine Epithelinseln enthalten. Sie liegen anscheinend völlig für sich, hängen aber durch schmale in anderen Schnittebenen nachweisbare Züge mit jenem ersten Felde zusammen. Ob auch das Epithel kontinuierlich von oben bis in a und b hineinreicht, konnte ich nicht sicher feststellen. Es kann auch sein, daß die Epithelzellen in den zelligen Zügen durch Wanderung vorgedrungen sind und sich hier oder dort zu größeren Haufen vermehrt haben.

In Figur 2 aus einem anderen Gebiete des Fingerrückens fallen ebenfalls zwei Stellen, B und D, auf, in denen das Epithel in die Tiefe vordringt. Links unter B, wo auch eine deutliche Keratose sichtbar ist, bemerkt man zwei tief in die Kutis hineinreichende Züge zelliger Infiltration, in die zunächst die Edidermis zapfenförmig hineinreicht. Außerdem sind in beiden Zügen (bei der Lupenvergrößerung nur teilweise wahrnehmbar) mehrere Epithelinseln vorhanden, bei F bis nahe an die unterste Grenze des rundzelligen Stranges.



Fig. 2.

Rechts unter der Keratose bei D liegt ein gelapptes entzündlich infiltriertes subepidermidales Feld mit mehreren Epithelinseln. In der Tiefe trifft man neben der mit stark verdickter Wand versehenen Arterie A Bezirke zelliger Zusammensetzung, in denen bei E wieder mehrere Epithelhaufen eingelagert sind. Auch sie stehen mit dem subepithelialen Herde in Verbindung.

Die Figuren 1 und 2 zeigen also ein überraschend tiefes, an die voraufgehende zellige Infiltration gebundenes Vordringen des Epithels in der Richtung zum Knochen, auf den man dann stoßen würde, wenn man die Figur um die Hälfte ihrer Höhe nach unten verbreitert dächte. Dieses Eindringen findet sich, ohne daß man es aus dem makroskopischen Verhalten entnehmen könnte. Denn außer der Keratose verrät für das bloße Auge nichts den karzinomatösen Prozeß.

Unter dem Mikroskop aber zeigt das in die Kutis einsprossende Epithel auch in den frühesten Stadien (bei B in Figur 2) keine, nicht auch sonst vorkommende Verschiedenheit von der normalen Epidermis. Seine Zellen und Kerne sind etwas, zum Teil wesentlich größer, etwas heller als sonst, aber diese Eigentümlichkeiten zeichnen auch das normale regenerierende Epithel aus.

Von Interesse ist aber weiterhin der nicht selten nachweisbare und im Sinne einer noch ungenügenden Anpassung zu deutende Untergang vieler in die Tiefe vorgedrungener Epithelien. Man sieht sie in der bekannten Weise im nicht verhornten oder verhornten Zustande in Fremdkörperriesenzellen eingeschlossen, die oft zu einer Verwechslung mit Tuber-

kulose geführt haben. In Figur 1 finden sich solche meist zu mehreren vereinigte Riesenzellen in den Feldern a und b bei E und in Figur 2 in den zelligen Herden bei E. Man kann sie aber auch dichter unter der Epidermis antreffen.

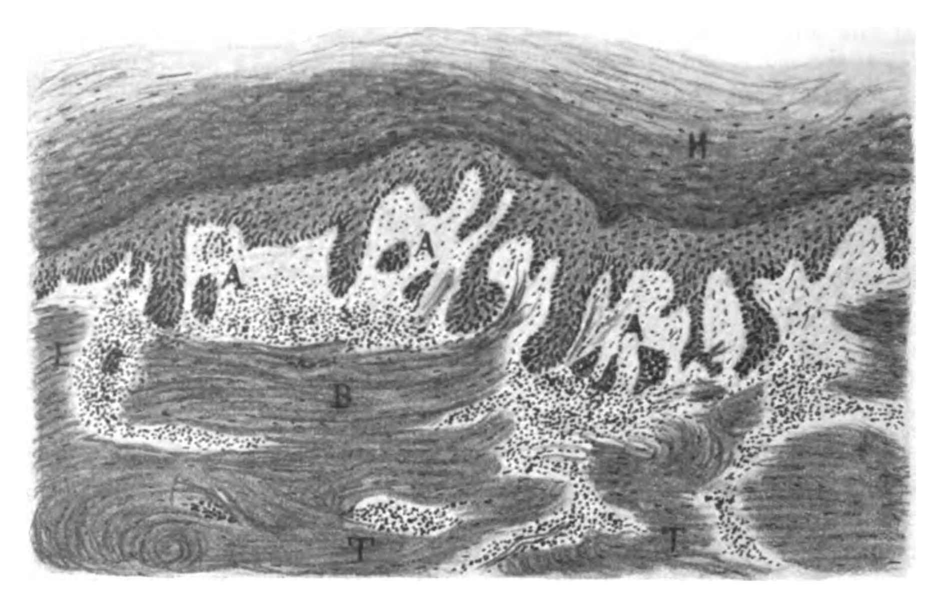


Fig. 3.

Aus der Figur 1 ist bei starker Vergrößerung die Figur 3 entnommen. Sie entspricht dem Gebiete B. Man erkennt alles im einzelnen deutlicher als dort: die Aufhellung der Kutis, die vorwiegend in den unteren Teilen ausgesprochene zellige Infiltration und die Einlagerung scheinbar isolierter Epithelinseln A,A. Es tritt ferner die zugförmige in verschiedenen Richtungen erfolgende Fortsetzung des rundzelligen Gewebes in die tieferen Abschnitte der Kutis deutlich hervor und man überzeugt sich ohne weiteres, daß diese entzündlichen Prozesse dem Eindringen des Epithels überall vorausgehen. Auf der Epidermis findet sich die dicke Hornschicht H.



Fig. 4.

Figur 4 entspricht einem Teile des rechten Bezirkes D der Figur 2. Sie zeigt im ganzen Verhältnisse, wie ich sie seit meiner ersten Mitteilung[1]) oft zur Abbildung gebracht habe, also die subepitheliale Zellinfiltration, das Einwachsen des Epithels, die anscheinend isolierten Inseln, von denen die bei B undeutlich begrenzt, die bei A zentral verhornt ist. Ich

[1]) Virchows Archiv, Bd. 135.

habe das Bild nur gezeichnet, um darzutun, daß diese Befunde sich bei der Krebsgenese immer wiederholen.

Wie sehr aber die in der zelligen Infiltration ausgesprochene entzündliche, den Lymphbahnen folgende Veränderung des Bindegewebes bestimmend ist für die Ausbreitung des Epithels, ergibt sich, abgesehen davon, daß sie ihm in der Tiefe stets voraneilt, auch daraus, daß sie sich seitlich oft weit ausbreitet. In Serien kann man schon viele Schnitte vor dem Ort, an dem die epitheliale Tiefenwucherung vor sich geht, die zellreichen Herde und Züge antreffen, ohne daß in ihnen hier schon Epithel wahrzunehmen wäre. Figur 5 gibt das wieder. Man bemerkt die rundzelligen Bezirke, ohne daß in ihnen etwas auf den Krebs hinwiese. Doch verrät sich das erst in den späteren Schnitten nachweisbare beginnende Karzinom schon durch die Keratose und die noch geringfügige aber doch schon sichtbare subepitheliale Zellvermehrung.

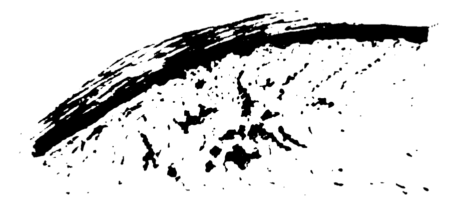


Fig. 5.

In wieder anderen Präparaten ist in den zelligen Zügen in der Tiefe schon Epithel nachweisbar, ohne daß direkt darüber die Stelle vorhanden wäre, die der Karzinomgenese entspräche. Sie würde erst eine Anzahl von Schnitten später zu finden sein und etwa einem Gebiete wie dem der Figur 1 bei D entsprechen. In solchen Fällen hat sich also die Entzündung und die nachfolgende Epitheleinsenkung in der Tiefe weit über das Anfangsgebiet nach allen Seiten ausgebreitet, ohne daß außer der Keratose makroskopisch etwas darauf hindeutete.

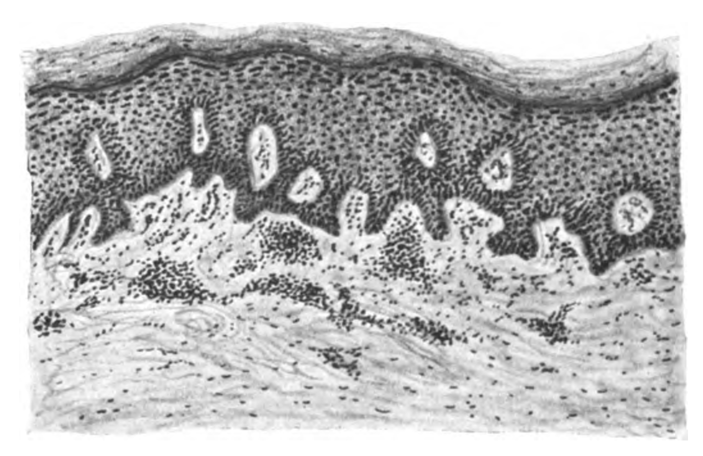


Fig. 6.

Eine Ergänzung aller dieser in den Einzelheiten vielfach variierenden Befunde lieferte mir die Untersuchung einer Röntgendermatitis, die noch nicht bis zur Krebsentwicklung vorgeschritten war. Hier fand sich, wie Figur 6 zeigt, nur eine ausgesprochene fleckige subepitheliale zellige Infiltration, ohne daß schon ein Einwachsen des mit mäßiger Keratose versehenen Epithels begänne. Auch hier also geht die Entzündung der Epithelproliferation voraus.

Ein zweiter Fall von beginnendem Röntgenkarzinom, in dem mir ein verdächtiges exzidiertes Hautstück zur Beurteilung vorlag, zeigte entsprechende Verhältnisse wie der erste Fall. Man sieht in Figur 7 die ausgesprochene Keratose, die mit einer Hebung der Epidermis verbundene Aufhellung und zellige Infiltration der Kutis und das zapfenförmige Einwachsen des Epithels. In dem an Rundzellen besonders reichen Gebiete unterhalb der Zapfen liegen auch schon einzelne scheinbar ganz isolierte Epithelinseln.

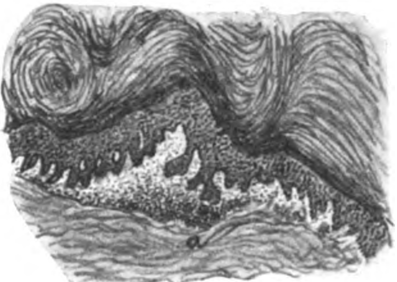


Fig. 7.

So ergibt die Untersuchung der Genese des Röntgenkarzinomes in allen Fällen übereinstimmende Bilder, die durchaus im Sinne meiner Auffassung von der Entstehung des Krebses zu verwerten sind und sich prinzipiell decken mit denen aller anderen Hautkrebse. Nur findet sich diesen gegenüber in dem ersten Fall die bemerkenswerte Besonderheit, daß die Ausbreitung des Epithels einen Umfang angenommen hat, von dem die

äußere Betrachtung des Fingers nichts ahnen ließ. Das ist ein für die Praxis wichtiges, ungünstiges Resultat. Es zeigt, daß man schon weit früher, als es nach dem makroskopischen Verhalten nötig erscheint, an das Vorhandensein eines Krebses in dem mit Keratose versehenen Hautgebiet zu denken berechtigt ist.

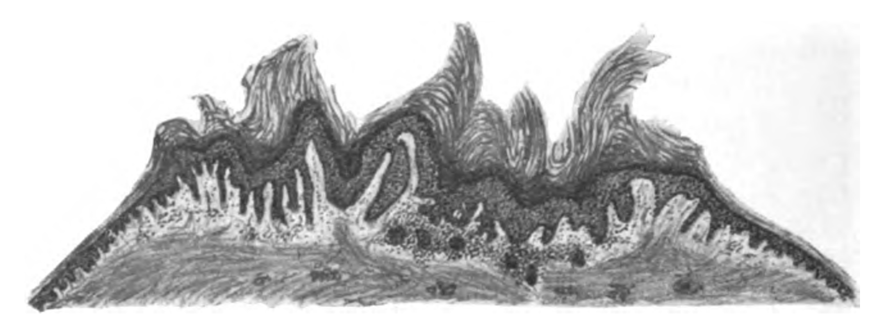


Fig. 8.

Mit dem Röntgenkarzinom mag nun noch kurz das beginnende Teerkarzinom verglichen werden. Es standen mir zwei Fälle zur Verfügung, in denen beiden neben einem voll entwickelten Krebs am Skrotum bzw. am Unterarm noch eine warzenähnliche Keratose am Arm bestand, die wegen Krebsverdacht exstirpiert wurde. Figur 8 entspricht dem ersten Objekt. Man sieht über einem breiten emporgehobenen Hautfelde eine zottige hochgradige Keratose. Die Epidermis ist verdickt und unregelmäßig geformt. Unter ihr ist das Bindegewebe aufgehellt und zumal rechts von der Mitte zellig infiltriert. In diese veränderte Kutis ragt das Epithel mit Zapfen hinein und in dem rundzelligen Gebiete bemerkt man viele Epithelinseln, die anscheinend von den Zapfen unabhängig sind. In dem weiter abwärts gelegenen Bindegewebe sind auch schon Herde zelliger Infiltration vorhanden.

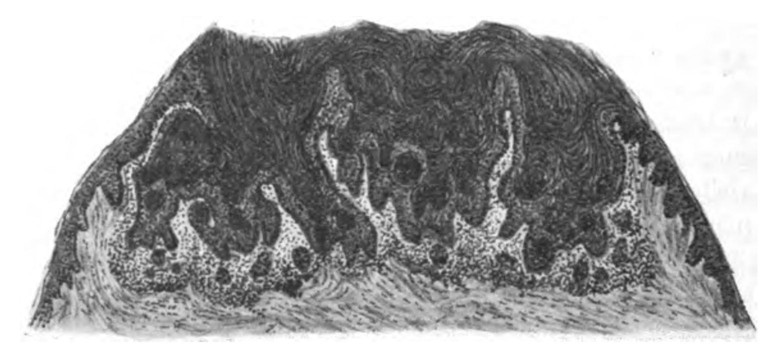


Fig. 9.

Figur 9 zeigt im wesentlichen dasselbe nur etwas weiter vorgeschrittene und in den Einzelheiten abweichende Verhalten. Die Hebung des ganzen Bezirkes und die Keratose treten noch auffälliger hervor. Die grobe, zapfenförmige Wucherung des Epithels ist stärker ausgesprochen. Unter ihr aber findet sich wieder eine sehr prägnante zellige Infiltration und in ihr die zahlreichen für sich liegenden Epithelhaufen.

Das Teerkarzinom bietet also dieselben genetischen Verhältnisse wie das Röntgenkarzinom und wie alle anderen beginnenden Hautkrebse. Ich werde damit weiterer Bemerkungen überhoben. Die geschilderten Befunde aber veranlassen und berechtigen mich schließlich, immer wieder von neuem auf die ausschlaggebende, von vielen Seiten noch keineswegs ausreichend gewürdigte Bedeutung einer Untersuchung der für das Verständnis der Karzinomgenese allein maßgebenden Anfangsstadien hinzuweisen.

Instrumentarium für Anwendung hochaktiver Radium- und Mesothorpräparate.

Von

Dr. **P. Wichmann**-Hamburg.

Angesichts des erhöhten Interesses, welches die Technik der Anwendung hochwertiger radioaktiver Substanzen heute beansprucht, erscheint es angebracht, eine Übersicht über das Instrumentarium zu geben, welches sich mir teilweise bereits in jahrelanger Erfahrung an weit über 500 Kranken bewährt hat. (Verfertiger die Firma C. W. Bolte Nachf., Hamburg.)

A. Die Flächenapparate enthalten die radioaktiven Salze in flächenhafter, feinst zerteilter Ausbreitung fixiert. Die von Wickham und Degrais[1]), Dautwitz[2]), Riehl[2]) benutzten Apparate fixieren das Präparat in einer Lack- oder Firnisschicht, eine Anordnung, welche von Holzknecht zuerst eingeführt wurde.

Derartige Verarbeitungen haben den Nachteil, infolge des nicht vorhandenen luftdichten Abschlusses Änderungen im Emanationsgehalte ausgesetzt zu sein, also Aktivitätsschwankungen der Strahlung zu zeigen, welche sehr beträchtlich sein können. Ganz abgesehen von dem Verluste an therapeutisch ausnutzbarer Energie wird eine genauere Dosierung hierdurch unmöglich. Auch sind diese Lack- und Firnisschichten naturgemäß leicht Verletzungen ausgesetzt.

Diese Nachteile haben mich veranlaßt, vor Jahren einen Kapselapparat in die Therapie einzuführen[3]), welcher das Präparat hermetisch abschließt. Es waren folgende Grundsätze für die Konstruktion von mir aufgestellt worden:

1. Die radioaktive Substanz muß in feinster, gleichmäßiger Verteilung fixiert zur Wirkung gelangen können. Von einer lokalen Wirkung der Emanation als solcher kann ebenso wie von einem Einfluß der α-Strahlung abgesehen werden, da in der Lokaltherapie lediglich die β- und γ-Strahlen die schätzenswerten Faktoren sind.
2. Der Behälter muß:
   a) die radioaktive Substanz vor allen äußeren schädigenden Einflüssen bewahren;
   b) die radioaktive Substanz hermetisch abschließen, damit die volle Ausnutzung der vom Radioelement bzw. seinen Abbauprodukten gelieferten Strahlung möglich ist;
   c) leicht applizierbar sein, d. h. seine Dimensionen müssen eine Fixation am Krankheitsherde auch bei schwierigen Lokalisationen, in jeder Körperhöhle, intratumoral gestatten;
   d) die leichte Anbringung einer Skala von Filtern ermöglichen;
   e) in seinen Wandungen einen hinreichenden Schutz gegenüber der Umgebung des Bestrahlungsfeldes gewährleisten.

Ein flacher Bleinapf mit Umrandung dient zur Aufnahme des radioaktiven Salzes. Dieses wird mit einem Tropfen Wasser in Lösung gebracht, eingedampft, so daß ein gleichmäßiger Niederschlag auf dem Boden des Napfes entsteht. Eine ätherische Schellacklösung vermittelt in Form eines feinsten Überzuges die Fixation. Den Verschluß des Napfes liefert eine $^1/_{10}$ mm starke Silberplatte, welche zugleich das erste Filter abgibt.

Die Bedeutung der Filter, auf welche ich seinerzeit zuerst[4]) als unerläßliche Vorbedingung

---

[1]) Wickham und Degrais, Radiumtherapie. Verlag Julius Springer, Berlin. 1910.

[2]) Riehl und Schramek, Das Radium und seine therapeutische Verwendung in der Dermatologie. Wien 1913.

[3]) Wichmann, Instrumentarium zur externen therapeutischen Anwendung von hochaktiven Radium- und Mesothorpräparaten. Radium in Biologie und Heilkunde 1912.

[4]) s. Wichmann, Versammlung Deutscher Naturforscher und Arzte. Meran 1905; publ. Deutsche med. Wochenschr. 1906.

einer rationellen Therapie mit radioaktiven Substanzen hinwies, hier des näheren darzulegen, erübrigt sich in Anbetracht der großen vorliegenden Literatur.

Die in der folgenden Aufstellung angeführten Filter haben sich mir als genügend erwiesen, um allen Indikationen gerecht zu werden.

Unter Beachtung der obigen Grundsätze sind zurzeit folgende Typen von Flächenapparaten von mir angegeben und in Gebrauch.

1. Apparatur für Aufnahme relativ geringer Mengen radioaktiver Stoffe mit aufschiebbaren Filtern (Leichtfiltertherapie). Modelle Lupusheilstätte, Hamburg.

a) Runde Ausführung (Aufnahmemöglichkeit ca. 25 mg), Durchmesser der Bleikapsel 14 mm, Höhe 5 mm.

Außer der als schwächstes Filter (I) wirkenden Silberblechverschlußplatte von $^{1}/_{10}$ mm Stärke[1]) sind folgende Filter aus Silberblech beigegeben, welche als Kappen gearbeitet sind, und über die Kapsel gezogen werden können:

2. Filter: Kappe II = $^{1}/_{10}$ mm inklusive Verschlußplatte = $^{2}/_{10}$ mm
3. „ „ III = $^{2}/_{10}$ mm „ „ = $^{3}/_{10}$ mm
4. „ „ IV = $^{4}/_{10}$ mm „ „ = $^{1}/_{2}$ mm
5. „ „ V = $^{9}/_{10}$ mm „ „ = 1 mm

b) Viereckige Ausführung (Aufnahmemöglichkeit ca. 30 mg), Bleikapsel 12 und 15 mm □, Höhe 6 mm, Verschlußplatte und Filter dieselben wie bei a).

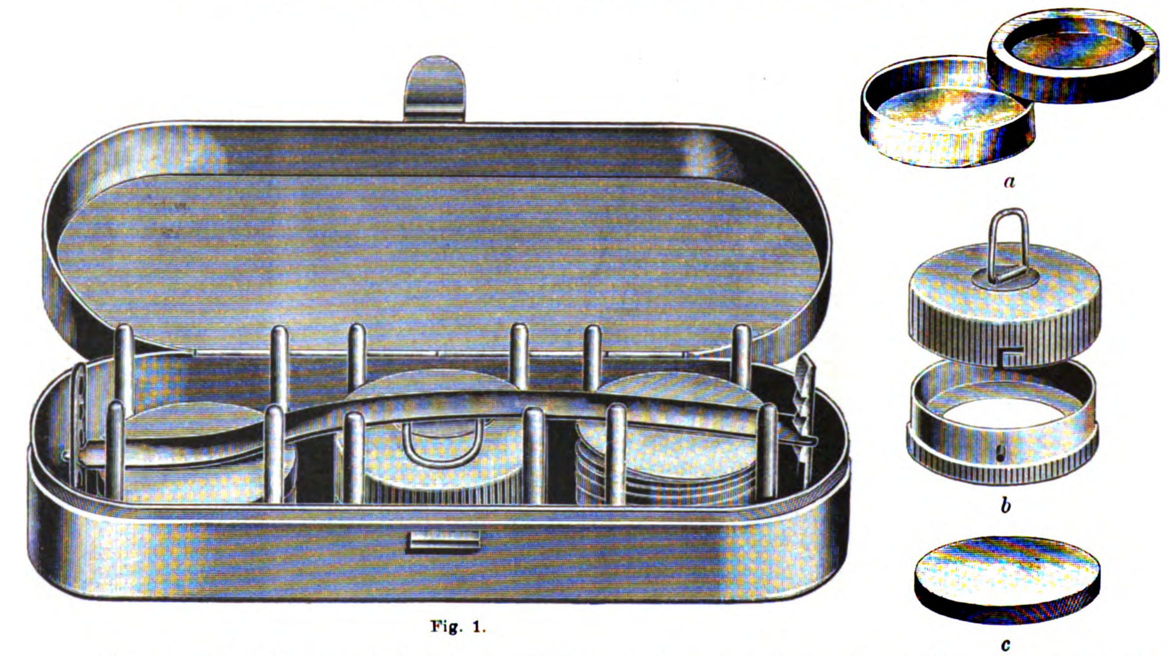


Fig. 1.

Diese beiden Typen sind für Anwendung auf der äußeren Haut, für Applikation im Naseneingang, in der Mundhöhle, im Rachenraum geeignet.

c) Ovale Form (Aufnahmemöglichkeit ca. 10 mg), Bleikapsel: Längsdurchmesser mit Ring $13^{1}/_{2}$ mm, ohne Ring 12 mm, Querdurchmesser 7 mm, Höhe $1^{1}/_{2}$ mm, Verschlußplatte und Filter dieselben wie bei a).

Diese Type ist speziell für Anwendung im Naseninnern, Kehlkopf, Ösophagus für Applikationen in der Nähe des Augapfels geeignet. Für die rhinolaryngologischen Zwecke empfiehlt sich das von Albanus angegebene Zusatzinstrumentarium.

Der Dermatologe wird mit der Type a) oder b) völlig auskommen, während für den Rhinologen die Anschaffung der Type c) zu empfehlen ist.

---

[1]) Auf Wunsch kann die Verschlußplatte auch in $^{1}/_{20}$ mm Stärke geliefert werden.

Für Intensivbestrahlungen größerer Krankheitsherde mit größeren Mengen radioaktiver Substanz dient zunächst die folgende Flächenapparatur:

2. Apparatur für Aufnahme größerer Mengen radioaktiver Stoffe, mit Filterbüchse; letztere beherbergt die Kapsel mit dem darüberliegenden Filter (Leicht- und Schwerfiltertherapie), für Anwendung auf der Haut und Schleimhaut (Vagina) geeignet. Durchmesser der Bleikapsel 34 mm, Höhe 8 mm, Durchmesser der Filterbüchse 38 mm, Höhe 15 mm (s. Fig. 1).



Fig. 2.

Die Apparatur wird in folgender Zusammenstellung geliefert:

a) 1 runde Flächenkapsel, Bleinapf mit Silberplattenverschluß, 25 mm Bestrahlungsfläche. Verschlußplatte $^1/_2$—1 mm Silber (je nach Wunsch),
b) 1 Filterbüchse mit Bajonettverschluß,
c) je 1 Filter von Blei, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 mm Stärke,
d) je 1 Filter von Aluminium, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 mm Stärke,
e) je 1 Filter von Messing, 0,5, 1,0, 1,5 mm Stärke,
f) 1 Nickelkette mit 2 Karabinerhaken,
g) 1 Metalletui mit herausnehmbarer Montage.

Es folgen:

B. Röhrenförmige Apparate für größere Mengen radioaktiver Stoffe (Leicht- und Schwerfiltertherapie), speziell für intratumorale, intrauterine, intrarektale Anwendung, mit Halter für Applikation in der Mundhöhle und auf der äußeren Haut geeignet (s. Fig. 2).

Die Apparatur besteht aus

a) Schutzröhrchen zur Aufnahme der in Glasröhrchen befindlichen Präparate von Silber, Größe I, 32 × 5 mm äußerer Durchmesser,
" " " II, 26 × 4,1 " " "
bei 0,2 mm Wandstärke.

b) Filterröhren mit Verschraubung, zylindrisch, für obige Schutzröhren,
  a) von Messing 0,5, 1,0, 1,5 mm Wandstärke,
  b) von Aluminium 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 mm Wandstärke,
  c) von Blei 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 mm Wandstärke,
  von Gold und Platin nach Vereinbarung.

c) 1 Halter mit verstellbarem und abschraubbarem Griff für zwei zylindrische Filter, Größe 22 × 40 mm,
  1 Halter mit verstellbarem und abschraubbarem Griff für drei zylindrische Filter, Größe 32 × 40 mm.

d) Nickelkette mit 2 Karabinerhaken,

e) Metalletui mit herausnehmbarer Montage.

Filterplatten zur Auflage auf die Halter, Filter aus anderen als den angegebenen Metallen nach Wunsch.

Behufs Vermeidung von Verlusten empfiehlt es sich, das radioaktive Präparat stets in der betreffenden Type montiert zu kaufen, so daß der Prüfungsschein der Physikalischen Reichsanstalt sich auf die Aktivität des Apparates bezieht.

Die Röntgenstrahlen im Kampf gegen die Tuberkulose, speziell der Lungen.

I. Teil.

Von

Dr. **Manfred Fränkel**-Charlottenburg.

Unter den gynäkologischen Fällen von günstiger Strahlenbeeinflussung befanden sich auch einige mit Bauchfelltuberkulose. In einer in der „Therapie der Gegenwart" (Dezember 1911) erschienenen Arbeit habe ich über diese berichtet. Weiter hat Späth gleichermaßen in einem Fall von Genitaltuberkulose absolute Ausheilung mittels Röntgenstrahlen beschrieben, in welchem eine sehr elende, hochfiebernde Patientin mit einem mannsfaustgroßen Tumor neben dem Uterus laparotomiert, der Tumor aus einem mit krümeligem Eiter und reichlich nekrotischem Gewebe, käsigen Herden durchsetzte Schwellung und durch histologische Untersuchungen als tuberkulös diagnostiziert und erkannt wurde. Trotz mehrfacher erneuter Ausräumungen trat ein Schluß der breiten Bauchöffnung sowohl wie Scheidenöffnung, die nachträglich noch angelegt wurde, nicht ein. Es bildete sich eine jeder Therapie trotzende, über handtellergroße geschwürige, mit schlaffen Granulationen und gangränösen Partien besetzte Fläche. Daneben hatten sich schwer komplizierende Dünndarmfisteln ausgebildet. Der Fall erschien Späth als völlig verloren. Die zum Skelett abgemagerte, durch hektisches Fieber gequälte, dauernd bettlägerige Patientin mit Ödemen an den Fußknöcheln macht den Eindruck einer Sterbenden. Ein letzter Versuch mit Röntgenstrahlen schien ihm bei diesem Befunde jedenfalls nicht kontraindiziert, und der Effekt war in der Tat verblüffend. Nach anfänglicher momentaner Verschlechterung schlossen sich die Darmfisteln nach wenigen Sitzungen, die Wundsekretion ließ nach, besonders war das auffallend bessere Aussehen der Granulationen und die Verkleinerung der Wunde zu bemerken. Das Allgemeinbefinden hob sich gewaltig, Appetit stellte sich ein und mit ihm alle Zeichen fortschreitender Genesung. Nach 18 Sitzungen, bei denen auch die Infiltrate in der Tiefe durch härtere Strahlen günstig beeinflußt wurden, war die Wunde bis auf eine stecknadelkopfgroße

Fistel zusammengeschrumpft, der Gang nach der Scheide hin vernarbt. Eine Infiltration in der Tiefe war nicht mehr zu fühlen.

Die günstigen Resultate bei der Bauchfelltuberkulose erschöpfen sich aber keineswegs etwa mit diesen wenigen Fällen. Späth betont in seiner Arbeit, daß eine allerdings leider wenig bekannte Monographie von E. Bircher-Aarau: „Die chronische Bauchfelltuberkulose und ihre Behandlung mit Röntgenstrahlen“ (1907) vorliegt, die ihm erst vor kurzem in die Hände gekommen ist (die auch mir unbekannt war), welche in außerordentlich eingehender und sorgfältiger Weise eine Reihe überraschender Heilerfolge mit Radiotherapie bei tuberkulöser Peritonitis in 26 Fällen beschreibt. Zur Operation geeignete Fälle, exsudative Formen wurden laparotomiert und, wenn die Heilung sich verzögerte, Rezidive und Fisteln eintraten, bestrahlt, mit 43 % Heilung und 31 % Besserung. Von vornherein mit Röntgenstrahlen behandelt wurden — wie Späth zitiert — die der Operation weniger zugänglichen adhäsiven und plastischen Formen, sowie Fälle, bei denen sich wegen vorgeschrittener Kachexie Operation verbot, oder solche, die eine Operation verweigerten, endlich leichte und milde verlaufende Fälle, mit 50 % Heilung und 16 % Besserung, so daß Bircher und seine Mitbeobachter die Röntgenstrahlen als ein wertvolles Hilfsmittel in der Behandlung der Bauchfelltuberkulose bezeichneten.

Aus der Freiburgschen Klinik berichtet neuerdings Gauß unter den Indikationen der Röntgenbehandlung auch über operativ aussichtslose Bauchfelltuberkulosen, deren günstige Beeinflussung sie beobachten konnten.

Alle diese Fälle zusammengenommen, von denen ich gerade als Illustration und Paradigma den so verzweifelten Späthschen mit seinem um so überraschenderen Heilerfolg hier ausführlicher schilderte, gestatten wohl die Behauptung, daß man hier bei dieser Therapie der so aussichtslosen Bauchtuberkulose über die ersten Versuche bereits hinaus ist, daß man mit Fug und Recht von wohlbegründeten therapeutischen Erfolgen sprechen durfte, wert allgemeiner Kenntnis und vor allem erweiterter Anwendung.

Nachdem ich auch in einem Falle von Nierentuberkulose günstige Erfolge beobachten konnte, nämlich eine Patientin, die Nichte eines Kollegen, die seit Aufhören der Behandlung drei Jahre lang ohne Rezidiv blieb, wurden mir diese Beobachtungen zum Anlaß, mich seit 1910 auch mit Versuchen bei der Lungentuberkulose zu beschäftigen. Die Arbeiten der französischen Forscher Bergonié und Mongrou schienen allerdings zu wenig ermutigenden Versuchen anzuregen, hatten doch diese Forscher keinerlei Lokalbeeinflussung, ja nicht einmal in der Hälfte ihrer Fälle eine Allgemeinbesserung zu konstatieren.

Bevor wir über weitere Arbeiten berichten, sei eine diagnostische Abschweifung gestattet.

Wenn auch die Röntgenstrahlen zur Sicherung der „Nierentuberkulose“ schon mehr und mehr herangezogen werden — ich erinnere an die Arbeiten von Gräßner, Hoffmann, Hürtel u. a., die die Diagnose auf einen intensiveren Schatten als Ausdruck der Verkalkung des verkästen Nierengewebes auf der Platte begründeten, — wenn auch weiter die X-Strahlen heute zur Differentialdiagnose bei Verdacht auf „tuberkulöse Knochen- und Gelenkprozesse“ erfolgreich benutzt werden — hier gestatten gerade unscharfe, verwaschene Knochenkonturen, mangelhafte Skizzierung, wie periostale Verdickungen an den Knochen- und Gelenkenden neben destruktiven Prozessen im und am Knochen, — auf den Platten als solche erkenntlich, diagnostische Schlüsse, — so war von Anfang an und ist bis heute doch sicherlich das Hauptfeld der diagnostischen Anwendung der X-Strahlen bei „Lungentuberkulose“ zu suchen, und hier ist im Laufe der Zeit eine Fülle von Literatur entstanden. Hatte man nun zuerst geglaubt, daß neben den X-Strahlen alle anderen physikalischen Methoden zurückstehen müßten, daß die X-Strahlen für sich allein uns über Vorhandensein, Ausdehnung, Lage und Art des Lungenprozesses volle Aufklärung gibt, so haben nach und nach eingehendere Arbeiten gezeigt, daß, bei aller Bedeutung, die den X-Strahlen in der Tat beizumessen ist, doch auch hier Einschränkungen nötig sind.

Wichtige Beiträge liefern einzelne Bilder von Ziegler-Krause zu der Frage des ersten



Entstehungsortes der Tuberkulose in den Lungen. In vielen Fällen von aktiver Tuberkulose mit positiver Tuberkulinreaktion und fehlendem Lungenbefund wurde nämlich der Hilus so verändert gefunden, daß man unbedingt den Beginn der Tuberkulose hierhin verlegen muß. Gerade solche Befunde sind das treffendste Beispiel dafür, daß die Röntgendiagnostik heute schon zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel in der Diagnostik der Lungentuberkulose geworden ist; denn die Erkrankungen des Hilus lassen sich ja mit keiner anderen klinischen Methode feststellen. Bei der fortgeschrittenen Tuberkulose wird es sich dagegen weniger darum handeln, die Diagnose zu unterstützen, als die Ausdehnung der Krankheit kennen zu lernen.

Nach Hans Arnsperger-Heidelberg, Die Röntgendiagnostik der Lungenkrankheiten, Reichsmedizinal-Anzeiger, Jahrgang 1910, Heft 1, spricht einseitiges Auftreten einer geringen Schattenbildung, welche das Spitzenfeld einnimmt, für das Bestehen eines beginnenden tuberkulösen Spitzenprozesses, wenn rein klinische Erscheinungen einen solchen wahrscheinlich machen. Bei Schattenbildung auf beiden Spitzen muß man auch an pleuritische Schwartenbildung denken.

Vorgeschrittene Fälle von Lungentuberkulose bieten der Röntgendiagnose kaum Schwierigkeiten. Das Auftreten zirkumskripter Herdschatten, die Konfluenz dieser Schatten zu größeren und derberen Schattenflecken charakterisiert den zunehmenden Krankheitsprozeß. Abnorm helle Stellen im dunklen Bezirk sprechen für Ulzeration und Kavernenbildung. Für eine gleichmäßige intensive Verdunkelung größerer Lungenpartien sind meist pleuritische Schwarten verantwortlich zu machen.

Das Williamsche Symptom (einseitige Verminderung der Zwerchfellbeweglichkeit) und der Nachweis von Bronchialdrüsenerkrankung läßt sich für die Diagnose der beginnenden Spitzentuberkulose nur mit großer Kritik verwerten. Die einseitige Verminderung der respiratorischen Zwerchfellexkursion ist in einer pleuritischen Verwachsung bedingt. Bei der Milliartuberkulose lassen sich die Herde zuweilen durch eine feinfleckige, zarte, gleichmäßige Marmorierung der Lungenfelder nachweisen.

Aus der Durchleuchtung der Lungenpartien sind wesentliche Direktiven für unsere therapeutischen Maßnahmen zu entnehmen, einmal für die Auswahl der Kranken, die sich zur Heilstättenbehandlung eignen, zum andern für die Indikation des therapeutischen Pneumothorax.

So hat weiter A. Bittorf-Breslau, Über ungleichzeitiges Aufleuchten der Lungenspitzen im Röntgenbilde, in den Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. XIV, Heft 3, folgendes eruiert:

Die Differenzen in der Helligkeit beider Lungenspitzen spielen eine wichtige Rolle für die Diagnose der Erkrankung dieser Lungenteile und ihres Pleuraüberzuges. B. macht nun darauf aufmerksam, daß man beim Beginne der Durchleuchtung manchmal auf dem Leuchtschirme die beiden Lungenspitzen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander aufleuchten, resp. sichtbar und deutlich werden sieht. Dieses Symptom ist nach B. auch noch in solchen Fällen vorhanden, wo auf der Höhe der Durchleuchtung keine Differenzen der Helligkeit beider Spitzen mehr nachzuweisen ist. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der verschiedenen Dichtigkeit der zu durchdringenden Medien. Die später aufleuchtende Spitze ist schwerer durchdringlich, also erkrankt. Dasselbe Symptom kann auch an anderen Lungenstellen beobachtet werden. Bei langsamem Ausschalten der Röhre ist der umgekehrte Vorgang, d. h. früheres Dunkelwerden der erkrankten Lungenspitze zu bemerken.

In der überwiegenden Anzahl der Fälle besteht nach Goldscheider eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der leisesten Perkussion und der Röntgendurchleuchtung. Wo die Röntgendurchleuchtung stärkere und ausgedehntere Trübungen nachweist, findet sich auch stärkere und ausgedehntere perkutorische Dämpfung.

Die Röntgendurchleuchtung läßt mehr Veränderungen der Lunge erkennen; so weist sie öfters erheblich stärkere und ausgedehntere Lungenaffektionen nach, als die Perkussion vermuten ließ. Kleine disseminierte Herde werden häufig durch die Skiaskopie aufgedeckt, die der Perkussion leicht entgehen.



Bei doppelseitiger Spitzenaffektion täuscht die Perkussion zuweilen eine leichtere Erkrankung gerade auf der Seite vor, wo die Durchleuchtung stärkeren Schatten gibt.

Praktisch wichtig ist eine häufigere Durchstrahlung in mehrfachen Richtungen und unter modifizierten Bedingungen vorzunehmen, um alle Dichtigkeitsveränderungen aufzufinden.

Sind somit die Röntgenbefunde in einzelnen Fällen genauer und deutlicher, so darf trotzdem die klinische Untersuchung nicht hinter der Röntgenoskopie zurückstehen, vielmehr sollen beide Verfahren sich ergänzen.

Die anatomische Grundlage der Hiluszeichnung in den Röntgenbildern des Thorax ist zurzeit immer noch eine vielfach umstrittene Sache. Die ersten ausführlichen Untersuchungen stammen von de la Camp. Er kam zu dem Schluß, daß die gesamte sogenannte Hiluszeichnung vom Bronchialbaum herrührt. Die gleiche Ansicht haben Schellenberg und Arnsperger. Nach Grödel ist die Hiluszeichnung durch Überkreuzung von Bronchien mit Gefäßen zu erklären. Cohn glaubt, daß sie durch Gefäßschatten veranlaßt werde.

E. Fraenkel und A. Lorey benutzten zu ihren experimentellen Untersuchungen zur Klärung der vorliegenden Frage totgeborene Kinder, deren Lunge sie nach Einführung einer Trachealkanüle mit Luft aufbliesen. Wurden von den Lungen solcher Kinder Röntgenaufnahmen gemacht, so zeigten sich deutlich die vom Hilus radiär ausstrahlenden Schattenstreifen. F. und L. gaben sich aber mit dieser Tatsache, welche ja leicht so gedeutet werden konnte, daß diese Schattenstreifen nun auch von den Bronchialverästelungen herrührten, nicht zufrieden, sondern stellten folgende Erwägung an: die Gefäße der Lungen sind im allgemeinen sehr dünnwandig und sie sind mit einem Stoff gefüllt, welcher die Röntgenstrahlen absorbiert. Sie werden also auf der Platte als Schattenstreifen zum Ausdruck kommen, sofern sie in einem Gewebe liegen, welches für die Strahlen gut durchlässig ist. Sie werden sich in einer besonders lufthaltigen Lunge besonders gut abbilden, und umgekehrt. Auf der anderen Seite sind die Bronchialgefäße mit einem ganz besonders gut durchdringbaren Stoffe erfüllt, nämlich mit Luft. Sie werden auf der Platte eine Schattenaussparung ergeben müssen. Diese theoretischen Überlegungen wurden durch die weiteren praktischen Versuche durchaus bestätigt. Die Lungen eines totgeborenen Kindes, welche nicht aufgebläht waren, ergaben nämlich, wie die beigegebenen vortrefflichen Abbildungen zeigen, einen dichten, völlig gleichmäßigen Schatten ohne Spur von Zeichnung. Wurde nun in die Lunge etwas Luft eingeblasen, so erschien die Luftröhre als Schattenaussparung. (Auf dem Negativ schwarz, auf der Kopie weiß.) Diese Schattenaussparungen verzweigten sich deutlich erkennbar bis in die äußerste Peripherie der Lungen. Bei weiterem Aufblasen der Lungen verschwanden nun diese Schattenaussparungen wieder und es erschien eine Zeichnung, welche dem entspricht, was wir im allgemeinen als Hiluszeichnung ansehen.

Die Autoren schließen nun, daß 1. die nicht vom Mittelschatten verdeckten Teile des Bronchialbaumes sich nur dann auf der Platte herstellen lassen, wenn die Bronchien, nicht aber die Alveolen, oder letztere nur in geringem Grade mit Luft gefüllt sind (Atelektase nach Verstopfung eines Hauptbronchus); und daß 2. die sichtbaren Bronchialverzweigungen keinen Schatten, sondern eine Schattenaussparung auf der Platte verursachen, mithin nicht weiß, sondern als schwarze Stränge erscheinen müssen. Da nun aber die Hiluszeichnung weiß ist, also eine Schattenverzweigung ist, kann sie unmöglich durch die Verästelung des Bronchialbaumes veranlaßt sein. Da es aber in der Lunge keine anderen verzweigten Gebilde gibt, so bleiben zur Erklärung der Hiluszeichnung nur die Gefäße übrig.

Alle Autoren kommen als Ergebnis ihrer Untersuchungen zu dem Resultat, daß der Wert der Röntgenuntersuchung als eines der physikalischen Untersuchungsverfahren unbestritten bleibt, daß sie geeignet ist, die anderen physikalischen Methoden zu ergänzen, zu unterstützen und zu vervollkommnen, ja, unter Umständen die Diagnose zu sichern. Es wird im einzelnen Falle durch besondere Umstände die Röntgenuntersuchung wohl auch einmal mehr leisten, als die anderen diagnostischen Verfahren. Immer aber wird sie und muß sie nur als



ein Glied in der Kette der anderen physikalisch-klinischen Untersuchungsmethoden aufzufassen sein. Und unter dieser Voraussetzung stellt sie in der Tat eine äußerst wertvolle Bereicherung unserer Diagnose der Lungentuberkulose dar. In Fällen von Tuberkuloseverdacht wird sie direkt ausschlaggebend sein können, wird das Röntgenbild den einzigen positiven Beweis liefern. Durch sie wird die frühzeitige chancenreiche Einleitung einer speziell diesbezüglichen Behandlung wesentlich gefördert werden.

Ein Wort über die Kavernen. Die grundlegenden Arbeiten von Rieder-München: „Kavernen bei beginnender und vorgeschrittener Lungentuberkulose", haben einmal gelehrt, daß die vielfach noch herrschende Ansicht, die Kaverne sei stets ein Attribut vorgeschrittener Lungentuberkulose, nach seinen Beobachtungen nicht mehr aufrechtgehalten werden kann; denn es finden sich Kavernen zweifellos, und zwar nicht gerade selten, auch bei Anfangstuberkulosen. Und gerade hier hat ihre Diagnostizierung mittels Röntgen eine eminente Bedeutung, weil gerade hier die klinischen Untersuchungsmethoden versagen. Im Gegensatz zu älteren Kavernen, die sich auf dem Röntgenbilde wegen ihres starken Luftgehalts und wegen des umgebenden infiltrierten Gewebes im allgemeinen als scharf begrenzte, gleichmäßig dichte Schattenringe mit einem sehr hellen strukturlosen Innenraum, ähnlich wie mit einem Locheisen geschlagen, erkennen lassen — weist bei frischen, in den Anfangsstadien auftretenden Kavernen oft lediglich die zirkuläre, bald zarte, bald breite bandartige Bindegewebsmembran als ringförmiger oder ovaler Schattenstreifen auf das Bestehen derselben hin, während deren Inhalt auf Leuchtschirm und Platte nur geringe Schattendifferenzen gegenüber dem umgebenden Lungengewebe zeigt. Durch die Röntgenstrahlen haben wir jedenfalls ein Mittel an der Hand, zu wissen, ob und wo eine Kaverne vorhanden ist, wie groß dieselbe ist, und in welcher Weise sich dieselbe im Verlauf der Beobachtung verändert, eventuell wie sich der Befund besserte.

Es sei ferner noch an die Wichtigkeit der Lymphdrüsenkontrolle in ihrer Größe, Schwellung usw. erinnert, die durch stärkeres Hervortreten als Schatten den Verdacht auf Tuberkulose begründen, besonders bei Kindern, wo ja die Krankheit mit Vorliebe ihren Beginn in den Hilusdrüsen nimmt, um von da aus die Infektion weiterzubreiten, während bei Erwachsenen ja gerade die Lungenspitzen als Locus minoris resistentiae aufzufassen sind, in denen in der weitaus größten Mehrzahl die Tuberkulose ihren Anfang nimmt. Dort etablierte Lungeninfiltrationsherde können schon auf einem sehr frühen Stadium sich im Röntgenbilde dokumentieren. So fand Levy-Dorn in nur $12^1/_2$ % klinisch zweifelhafter Fälle von Lungentuberkulose keine Stütze durch das Röntgenbild; in allen übrigen Fällen dagegen wurde die Diagnose durch das Röntgenbild gestellt ($12^1/_8$ %), gesichert ($28^1/_8$ %), bestätigt und ergänzt ($46^7/_8$ %). Es ist somit die Röntgenuntersuchung für die Frühdiagnose der Lungentuberkulose sehr wertvoll.

Unter den Sekundärerkrankungen der chronischen Lungentuberkulose, die sich im Röntgenbild deutlich dokumentiert, führt Rieder einmal die Pleuritis exsudativa auf, bei der die Größe des Flüssigkeitsergusses sich röntgenographisch gut darstellt als Verdunkelung des phrenikokostalen Winkels bei der Inspiration und als Verdrängung der Nachbarorgane. Des weiteren die interlobären Ergüsse und Schwarten, die namentlich auf der rechten Seite zwischen Ober- und Mittellappen einen charakteristischen Querschatten abgeben. Ferner lassen sich abgesackte Exsudate, Adhäsionen des Herzbeutels oft nur durch die Röntgenuntersuchung diagnostizieren, ebenso ergeht es bei Entscheidung, ob Exsudat oder kruppöse Pneumonie vorliegt, bei der letzteren ist die Beweglichkeit des Zwerchfells im Schirm deutlich zu erkennen, bei der Pleuritis bleibt diese unsichtbar. Endlich weist Rieder noch auf die erheblichen Vorteile hin, die der röntgenologische Befund bei Pneumotorax in sich schließt, der sich durch starke Aufhellung im Bilde leicht erkennen läßt. Gerade bei den neuerdings durch künstlichen Pneumothorax erzeugten Heilungsversuchen ist die röntgenologische Kontrolle einmal zur Konstatierung der Größe des künstlichen Pneumothorax, ferner zur Entscheidung, ob Luftnachfüllung schon wieder notwendig ist, unentbehrlich geworden.

Welche Vorteile die Röntgenuntersuchung in unklaren Fällen bieten kann, beweist ein Fall von Miliartuberkulose, der als Influenza und Typhus ins Krankenhaus gelegt wurde. Rosenbaum beschreibt im New York medical Journal, daß hier nur eine leichte Bronchitis diagnostiziert wurde, keine Tuberkelbazillen im Auswurf waren. Die Röntgenphotographie allein, klärte den dunklen Fall auf. Man erkannte zahlreiche tuberkulöse Herde in beiden Lungen, die die Diagnose akute Miliartuberkulose sicherten. Achelis berichtet über drei Fälle, in welcher gleichfalls erst mittels Röntgenaufnahme eine ohne klinische Symptome verlaufende Miliartuberkulose sicher diagnostoziert werden konnte. Es zeigte das Röntgenbild eine diffuse feinste Marmorierung als Gesamtbild der Aussaat submiliarer Tuberkelknötchen.

Die Frage, ob der Radioskopie am Durchleuchtungsschirm oder der Radiophotographie der Vorzug zu geben ist, ist dahin zu entscheiden, daß sich beide Methoden nebeneinander zu gleicher Zeit empfehlen und ergänzen. Die graphische Darstellung hat den Anspruch auf größere Genauigkeit, ist dafür aber z. B. durch Flecke in der Platte und vieles anderes mehr diagnostischen Irrtümern noch mehr unterworfen wie die Durchleuchtung. Daß andererseits diese letztere einen wichtigen integrierenden Bestandteil bei der exakten Untersuchung auch darstellt, sagt bereits die kurze Erwägung, daß Atmungsveränderungen der Lungen Bewegungen und Beweglichkeit des Zwerchfells nur am Schirm naturgemäß erkenntlich sind.

So verdankt dieser Durchleuchtungsmethode das Williamsche Symptom — inspiratorischer Zwerchfellhochstand, einseitige Verminderung der Zwerchfellsbeweglichkeit auf der erkrankten Seite — seine neuerdings wieder anerkannte Bewertung in der Diagnose der Lungentuberkulose, während sich die frühzeitige Verknöcherung der ersten Rippe und der einseitige Tiefstand der oberen Lungengrenze, der sich als scharf konturierter Saum am unteren Rande der ersten, häufiger der zweiten Rippe darstellt, als diagnostisches Merkmal neben der Marmorierung der Rippen oder Klavikulastruktur als Ausdruck zerstreuter Herde, fleckiger Infiltrationen der Lungen, besser auf dem Bilde abheben.

In neuester Zeit ist in der Münchner med. Wochenschrift Nr. 12, 1914, von E. Rach an der Pirquetschen Klinik der Versuch gemacht worden, gerade auf der Basis der röntgenologischen Befunde eine systematische Einteilung der kindlichen Lungentuberkulose zu geben. Rach ist zu dem Schlusse gekommen, daß es glücken kann, anatomische radiologische Typen aufzustellen im Einklang mit den bereits bekannten Formen und daß außer der Miliartuberkulose, Spitzentuberkulose, der Ghonsche primäre Lungenherd, die intumeszierende Bronchialdrüsentuberkulose, die intrapulmonale Hilustuberkulose und die Säuglingsphthise unterschieden werden können.

Besitzen wir also nach dem Gesagten in den X-Strahlen ein hervorragendes Hilfsmittel, speziell in der Sicherung des Frühstadiums der Lungentuberkulose, ein Mittel, daß wir Ärzte heute nicht mehr missen möchten, so zeugt andererseits eine doch schon recht zahlreiche Literatur auch von dem therapeutischen Wert und Nutzen der Strahlen bei tuberkulösen Prozessen.

Was die erfolgreiche Behandlung der verschiedenartigsten Hauttuberkulosen anbetrifft, so ist vor allem auf die klare Ausführung Frank Schulz' in seinem Buche: Die Röntgenstrahlen in der Dermatologie hinzuweisen.

So ist zu nennen die Tuberculosis verrucosa cutis, bei der Frank Schulz eine völlige Abheilung mit weicher glatter Narbe erzielte, was gerade an der Fußsohle einen nicht zu unterschätzenden Vorteil bedeutet. Die dabei restierenden, durch Bestrahlung nicht weiter zu beeinflussenden, kleinen Knötchen im Hautniveau sind nur bei genauer Betrachtung sichtbar. Sie bleiben jedoch gewöhnlich stationär.

Eine wichtige Indikation für die Röntgentherapie bilden, wie Schmidt betont, weiter vor allem die Lupusfälle, welche sich durch Neigung zu starker Wucherung charakterisieren, der Lupus hypertrophicus der Haut, der ja, wie bekannt, mit zu den ersten erfolgreichen Anwendungsreihen überhaupt der Röntgenstrahlen gehörte. Daß sich in diesen Fällen häufige



Kombination mit anderer Lichtbehandlung (Finsen usw.) als notwendig ergibt, muß in jedem Falle speziell entschieden werden. Die Röntgenstrahlen bewirken hier eine Schrumpfung des lupösen Gewebes; Elektivwirkung auf die pathologischen Zellen tritt in diesen Fällen sehr deutlich zutage, und man ist immer erstaunt, so schreibt Schmidt, wenn man sieht, in welch geradezu idealer Weise die X-Strahlen die bei der Lupusbehandlung erste Forderung erfüllen: möglichst vollständige Zerstörung des kranken Gewebes bei möglichst vollständiger Schonung des gesunden. Unter Bestätigung dieser Angabe betonte in der Kommissionssitzung über die Lupusfrage im Mai 1910 Gottschalk-Stuttgart ausdrücklich, daß bei der Röntgenbehandlung vorwiegend das technische Können des Therapeuten für den Erfolg maßgebend sei.

Als absolut indiziert für Röntgenbehandlung gelten nach Frank Schulz die ulzerösen Formen der Hauttuberkulose. Hier tritt eine rasche Reinigung und Vernarbung des lupösen Geschwüres auf.

Der gleiche Vorgang ist bei den sogenannten Erythème induré Bazin zu beobachten, dessen prompte Heilung schon nach zwei Sitzungen mittels einer kleinen derben Scheibe als Ausdruck einer bindegeweblichen Narbe Ehrmann zu dem Ausspruche veranlaßt hat, „daß hier die Röntgenbehandlung die Methode der Wahl sein sollte".

Als eine besondere Form der Tuberkulose, die sich durch Abszeß-, Geschwürsbildung in der Haut mit tiefen Infiltrationen charakterisiert, ist das Scrophuloderma zu nennen. Auch bei dieser Erkrankung, die nach Schmidt primär als Ausdruck einer direkten bzw. auf hämatogenem Wege die Haut treffenden Infektion auftreten oder auch sekundär durch tuberkulöse Prozesse in den unmittelbar unter der Haut liegenden Drüsen und Knochen bedingt sein kann, ist die Röntgentherapie allen anderen Methoden bei weitem überlegen.

Gerade bei der Heilung von tuberkulösen Fistelgängen ist es allen Untersuchern auffallend, daß die Gänge stets von unten auf heilen, wodurch ein oberflächliches Verkleben und Wiederaufbrechen verhütet wird. So schlossen sich z. B. (Frank Schulz, p. 114) bei einer tuberkulösen Peritonitis zwei Fistelgänge, die 14 Monate lang bestanden haben, in kürzester Zeit mit ganz geringen Dosen vollkommen. Auch den Lichen scrophulosorum hält Frank Schulz für die Bestrahlung geeignet.

In seinem schon zitierten anregenden Resümee betont H. E. Schmidt, daß, während bei den gewöhnlichen, flachen, trockenen, aus einzelnen im Hautniveau liegenden Knötchen bestehenden Lupus die Röntgenbehandlung nichts leistet, und hier die Finsentherapie ihre schönsten Triumphe feiert, gerade die bösartigen hypertrophierenden und ulzerierenden Lupusfälle durch die X-Strahlen am besten beeinflußt werden, und er sieht darin die Beobachtung bestätigt, daß die Radiosensibilität der Zellen ihrer Stoffwechselgröße proportional ist, und gleichzeitig die Erklärung für die auffallend günstige Wirkung auf die wuchernden und zerfallenden Lupusinfiltrate.

Ein Gebiet, auf dem die Röntgenstrahlen wohl alle anderen Methoden in den Schatten stellen, ist die hypertrophische Schleimhauttuberkulose. Hier ist es nicht einmal nötig, wie Frank Schulz betont, zu größeren Dosen zu greifen. Wir scheinen es hier mit einem äußerst radiosensiblen Gewebe zu tun zu haben, das überraschend schnelle Resultate erzielen läßt. Schon nach dem ersten Zyklus der dritten Dosis sah Frank Schulz nur noch vereinzelte verdächtige Stellen.

In der genannten Zusammenstellung gliedert Schmidt daran erstens die erfolgreiche Behandlung des Leichentuberkels, dessen günstige Beeinflussung selbst der chirurgischen vorzuziehen ist. In allen seinen drei Fällen bestand bei den betreffenden Ärzten ein typisches, livides verrucös-papilläres Infiltrat an der Streckseite des zweiten oder dritten Fingers über dem Gelenk zwischen ersten und zweiten Phalanx. Der Chirurg lehnte wegen eventuell zu befürchtender Bewegungshemmung die Exzision ab. In allen drei Fällen wurde das Infiltrat durch vier bis sechs Bestrahlungen zur Schrumpfung und völligen Resorption gebracht, ohne Berufsstörung, ohne Funktionsbeeinträchtigung, ohne Narbenbildung. Holzknecht beschreibt einen

gleichen Fall von Leichentuberkeln, bei dem ebenfalls durch Bestrahlung glatte Heilung erzielt wurde.

Auch Dietlen, Therapeutische Monatshefte, Januar 1911, beschreibt drei Fälle von glatter Heilung des Leichentuberkels mit Röntgenstrahlen, die bei kleinen Dosen ohne Rezidiv und Narben völlig ausheilten.

Als zweite nennt er dann außer den eigentlichen tuberkulösen Erkrankungen der Haut noch die sogenannten Tuberkulide, die nach der zurzeit herrschenden Auffassung nicht durch die Tuberkelbazillen selbst, sondern durch ihre Stoffwechselprodukte hervorgerufen werden. Dazu rechnet er neben dem bereits erwähnten Bazinschen Erythem Fälle von Follikulitis und Aknitis. Der einzige in der Literatur beschriebene Fall stammt von Schmidt.

Bei dem 36jährigen Mädchen waren auf der Streckseite der Finger, an den Ellenbogen und Ohrmuscheln, desgleichen an der Beugeseite der Finger erbsengroße Filtrate und Ulzerationen neben einzelnen flachen Narben. Nach wenigen Bestrahlungen allerdings empfiehlt Schmidt Vollerythemdosen als allein wirksam, waren die gesamten Herde verschwunden und bislang, ein Vierteljahr, ohne Rezidiv.

In einem Sammelbericht auf dem amerikanischen Röntgenkongreß berichtete Bing nicht nur über günstige Erfolge bei Trachom, sondern auch bei Tuberkulose der Augenbindehaut, und Steiner-Rom bringt im letzten Röntgentaschenbuch bei Besprechung der Röntgentherapie in der Okulistik die Anwendung der Röntgenstrahlen bei Lupus und Tuberkulose der Konjunktiva neuerdings in Anregung. Er stützt sich dabei auf einen Fall von Stephenson, bei dem eine derartige Heilung gelang, daß Überimpfung auf Kaninchen nicht mehr positiv ausfiel. Wenn auch die Röntgenstrahlenbehandlung komplizierter ist als etwa die Finsenmethode, so hat sie doch den Vorzug der rascheren Durchführbarkeit, der kürzeren Dauer und der Möglichkeit der Beeinflussung bei Tiefergreifen des Leidens.

Daß auch da, wo eine direkte Bestrahlung der Schleimhaut unmöglich ist, durch die Haut eine Wirkung erzielt wird, beweisen die Heilungsprozesse bei Fällen mit Kehlkopftuberkulose. So berichtet Frank Schulz, daß er in einem Falle, wo ein tuberkulöser Tumor die ganze Epiglottis überdeckte, von innen und gleichzeitig von außen in acht Sitzungen die Schwellung bis auf eine kleine Narbe mit einer stecknadelkopfgroßen Ulzeration zur Ausheilung brachte. Der vorher völlig aphonische Patient spricht noch heiser, aber schon gut verständlich.

Den ersten Fall von Kehlkopftuberkulosenheilung mittels Röntgenstrahlen hat Wilms veröffentlicht. Bei dem dreißigjährigen Manne mit Tuberkulosespitzenaffektion bestand ein ausgedehntes zackiges tuberkulöses Ulkus an der hinteren Larynxwand, das fast die ganze Fläche zwischen den Ariknorpeln einnimmt. Nach zwei Tiefenbestrahlungen ist an Stelle des Ulkus eine flache, grau aussehende, glatte Narbe getreten. Zu gleicher Zeit hat sich ein großer, außen am Halse liegender, inzidierter und dann bestrahlter Abszeß völlig ausgeheilt.

Wie Wilms auf die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mittels Röntgenstrahlen gekommen ist, schildert er in seiner Arbeit in der Deutschen medizinischen Wochenschrift, 1910, Nr. 6, indem er sagt, daß die beträchtlichen Leistungen der Röntgenstrahlen auf Knochen und Gelenke ihn auf diesen Gedanken von selbst gebracht haben, auch bei Kehlkopftuberkulose die Tiefenbestrahlung zu versuchen, und der Erfolg, den er erzielte, zeigte, daß die Röntgenbestrahlung für diese Erkrankung ein die sonst angewandten Heilmethoden weit übertreffendes Mittel darstellt. Welch vorzügliche Ergebnisse Wilms und Iselin bei der Tiefenbestrahlung der Knochen- und Gelenktuberkulosen erzielten, ferner bei der Sehnenscheidentuberkulose älterer Leute, dokumentiert sich am besten in den Worten Wilms: „Wir verzichten bei Erwachsenen schon seit $1^1/_2$ Jahren auf Auskratzung und Resektionen, wenn die Tuberkulose noch nicht so ausgedehnt ist, speziell bei der Hand- und Fußgelenktuberkulose wurden Fälle mit ausgedehnter Tuberkuloseerkrankung fast sämtlicher Gelenke und Knochen nur durch Bestrahlung völlig ausgeheilt mit relativ sehr guter Beweglichkeit, so daß das Gebiet der Tuber-

kulosebehandlung seit Anwendung der Röntgentiefenbestrahlung ein wesentlich dankbareres geworden ist. Besonders die früher nach Resektionen so häufig beobachteten Rezidive, welche ihren Sitz in den durch Resektion geschaffenen Hohlräumen zwischen den Knochen haben, weil diese letzteren einen günstigen Entwicklungsort für die Tuberkulosen abgeben und Vernarbungen verhüten, sind nunmehr nicht mehr zu beobachten. Die Patienten mit Ellenbogen- und Handgelenktuberkulose werden meistens ambulant behandelt, Abszesse werden nur punktiert zwecks Entleerung. Dann erfolgt Heilung unter Bestrahlung.

Iselin hat diese Erfolge an 41 Fällen der Baseler Klinik beschrieben, unter denen er 24mal glatte Ausheilung beobachten konnte.

Zur Illustrierung der prompten Wirkung greife ich einige wenige Fälle heraus: Tuberkulose des Grundgelenks 2 mit Weichteil- und ausgedehnter Hauttuberkulose, großen, tuberkulösen Geschwüren auf dem Handrücken, nach vier Vollbestrahlungen zeigt die vergleichende zweite Abbildung eine vollkommene Ausheilung bei diesem 68jährigen Mann mit Lungenschwindsucht. Das gleiche sehen wir bei einem 13jährigen Patienten. Hier handelt es sich um eine operierte Spina ventosa des fünften Metakarpus mit Abszeß- und Fistelbildung. In einer Abbildung zeigt Iselin uns die exkochleierte ungeheilte Spina mit Abszeß und Fistel. Die ein halbes Jahr schon andauernde völlige Heilung zeigt der Vergleich mit dem Nachbarbild, die zusammengeschobenen Knochenteile erscheinen ganz scharf begrenzt auf dem Röntgenbild. Sehr interessante Abbildungen und Heilerfolge zeigen die Hand- und Fußwurzelknochentuberkulosen, wo die Vergleichsbilder vor und nach der Behandlung das eine Mal die total verschwommenen, ineinanderfließenden Wurzelknochen als zusammengedrängte Masse nur noch undeutlich erkennen läßt, während die zweite Aufnahme die Überreste der Handwurzelknochen in kräftiger Strukturzeichnung ergibt. Es spielt bei den Heilerfolgen das längere oder kürzere Bestehen der Prozesse ebensowenig wie das Alter des Patienten eine einschränkende Rolle, und auch, was den Sitz an größeren Gelenken anbetrifft: Ellenbogen, Rippen, Knie, so sind auch hier mit verbesserter Technik Parallelresultate erzielt worden. So war z. B. bei einer eitrigen synovialen rezidivierenden Ellenbogengelenkstuberkulose, bei der eine hochgradige Schwellung mit stark sezernierender Fistel bestand, schon nach zwei Sitzungen eine Verminderung der Schwellung und Schluß der Fistel zu beobachten. Nach weiteren zwei Sitzungen ging der Prozeß mit starker narbiger Schrumpfung des Ellenbogengelenkes in Heilung. So zeigte eine Iliosakraltuberkulose mit stark eiternder Fistel, breiter Ulzeration, die jeder anderen Behandlung trotzten, nach einer einzigen Sitzung Überhäutung des Ulkus und Sistieren der Sekretion; ferner eine reichlich fistulöse Rippentuberkulose schnelle Heilung, Fistelschluß ein Jahr bereits ohne Rezidiv. So wurde statt Wiederholung einer Kniegelenksresektion nach Öffnung der Wunde die Wundfläche nur kräftig bestrahlt. Die Granulationsfläche zeigte frische rote Farbe und es kam zu exaktem Schluß, so daß Iselin auch hier dauernde Heilung der Tuberkulose anzunehmen sich berechtigt hält.

Derselben Ansicht auf Grund gleicher Resultate sind auch alle anderen kritischen Beobachter, wie Pancoast (Ther. gaz.), Ridard, Burret, Roederer. Am besten werden die geschlossenen, fungösen Gelenktuberkulosen beeinflußt, gleichgültig, ob mit, ob ohne Beteiligung des Knochens. Kalte Abszesse bedeuten kein Hindernis, sondern verkleinern sich unter Röntgenlicht. Das tuberkulöse Granulationsgewebe ist gegen die X-Strahlen ebenso empfindlich wie jedes jugendlich wachsende Gewebe. Wie schnell es zu narbiger Schrumpfung kommt als Heilungsprozeß, beweist die Notwendigkeit einer geeigneten Fixation der Gelenke in der für den späteren Gebrauch günstigsten Haltung gleich bei Beginn der Bestrahlung. Gewisse Vorsicht ist naturgemäß in jugendlichem Alter in bezug auf Bestrahlung der Epiphysen notwendig zur Vermeidung von Wachstumsstörungen. Dagegen ist schlechter Allgemeinzustand keinerlei Hindernis für die lokale Heilung. Unter der Röntgenbeeinflussung verschwinden die Hautaffektionen, die Fisteln schließen sich mittels glatter Granulationen. Es ist an den Röntgenogrammen Narbenbildung, Resorption periostaler Auflagerungen, ja selbst Wiederkehr von

Knochenstrukturen, die auf die Möglichkeit von Knochenneubildung nach der Bestrahlung schließen lassen, deutlich erkennbar.

Über gleiche Erfolge hat auch Freund berichtet, der bei zehn Fällen sechs völlig ausheilte, zwei wesentlich gebessert entlassen konnte. Auch hier handelte es sich um Finger-, Rippen- und Schulterblattuberkulosen. Auch hier schließen sich die Fisteln, die Granulationen schrumpfen, die Substanzverluste überhäuten sich schon nach wenigen Bestrahlungen. Während aber Freund für den Erfolg als unerläßliche Vorbedingung ein kräftiges Erythem als stärkste Reaktion für nötig erklärt, hat Iselin durch verbesserte Technik gerade diese Forderung als unnötig und das Erzeugen eines Erythems gerade zu vermeiden gelehrt: und zwar durch entsprechende Modifikation in der Technik.

„Auch die so häufig bei älteren Leuten vorhandene Sehnenscheidentuberkulose reagiert prompt auf die Bestrahlung. Wir müssen auf Grund unserer Erfahrungen bei den genannten Gelenken vor dem Grundsatz, der noch neuerdings in der Breslauer Chirurgischen Gesellschaft ausgesprochen wurde, speziell bei Handgelenktuberkulose möglichst radikal vorzugehen, auf das entschiedenste warnen. Ich bin überzeugt, daß im Gegensatz zur heute noch üblichen chirurgischen Therapie die konservative Behandlung der Tuberkulose noch an Boden gewinnen wird. Wenn an einzelnen Orten, wie ich aus persönlicher Mitteilung erfahre, die Röntgentherapie weniger günstige Erfolge gezeitigt, so liegt das allein an der Art der Bestrahlung. Die Röntgentherapie will geübt und erlernt sein. Unsere Aufgabe besteht nicht allein darin, einen tuberkulösen Herd durch Operation unschädlich zu machen, sondern wir müssen zugleich die Widerstandskraft gegen die tuberkulösen Reinfektionen des Körpers erhöhen. „Und dies geschieht durch Röntgenstrahlenbehandlung." Soweit Wilms. Wir hören also auch hier, wie ich es bereits oben mehrfach betonte, daß es auf die Bestrahlungstechnik am meisten ankommt, will man Erfolge erzielen.

Eine weitere große Anwendungsreihe, die Schmidt gleichfalls als „Therapie der Wahl" bezeichnet, stellen die ulzerierten Drüsen dar, die unter Röntgenbestrahlung prompt zurückgehen und zur völligen Ausheilung gelangen. Aber auch bei den anderen tuberkulösen Drüsen, besonders wenn sie durch periadenitische Prozesse mit den Nachbargefäßen verwachsen sind, und die Operation zu einer äußerst schwierigen, ja, was die Totalentfernung aller erkrankten Drüsen anlangt, zu einer ergebnislosen machen, hat die Röntgenbehandlung ihre entschiedenen erheblichen Vorzüge, schon der besseren kosmetischen Resultate wegen, zweitens aber auch, wie Boggs im New York Medical Journal, Februar 1910, hervorhebt, weil nach Röntgenstrahlenbehandlung infolge einer auf den ganzen Organismus sich erstreckenden Wirkung weniger häufig Rezidive beobachtet worden sind, eine Wirkung, die Boggs nach Cranes Theorie dahin erklärt, daß sich unter dem Einflusse der Röntgenstrahlen „autogene" immunisierende Substanzen aus den Mikroorganismen bilden, die eine ähnliche Wirkung haben sollen wie das Impfmaterial, das Wright aus den Bakterien der Patienten selbst herstellt.

Wie dem auch sei, nächst den Hauterkrankungen standen also von jeher die hervorragenden Erfolge der Röntgentherapie bei diesen tuberkulösen Lymphomen im Vordergrunde unseres Interesses, eine Therapie, die Williams und Pusey seit 1902 eingeführt haben, die aber allgemeine Anerkennung erst durch die Arbeit von Heinecke, „Über die Wirkung der Strahlen auf das lymphoide Gewebe", erlangte. In einer eingehenden Zusammenfassung bespricht Kienböck die durch wertvolle Beiträge französischer Autoren, wie Béclère, Belot, Bajon u. a. besonders geförderte Lymphomatosentherapie in dem Röntgentaschenbuch 1911. Was die einfach tuberkulösen Lymphome anbelangt, wie sie sich als Skrofulose am Halse der Kinder u. a. zeigen, so verkleinern sie sich prompt nach einer einzigen kräftigen Belichtung, indem die Pakete sich in einzelne Drüsen auflösen und immer kleiner werdende, leichter verschiebliche Drüsen zurückbleiben. Etwaige Rezidive können durch frühzeitige Wiederbestrahlung im Zaum gehalten werden. Den Vorteil jedenfalls hat diese neue Anwendung, daß sie diese zahlreichen, so entstellenden, häßlichen Narben vermeiden lehrt. Was die eitrig erweichten

Lymphome anlangt, so ist in diesen Fällen der beste Erfolg durch Kombination: kleinste Inzisionen und daran schließende Röntgenbehandlung, zu beobachten. Bei vier Monate bereits bestehenden Fistelgängen hat sich ebenfalls die Strahlenanwendung als ein äußerst günstiger Faktor erwiesen. Die Lymphome schwanden, die Sekretion hörte auf, und die Fistel schloß sich nach wenigen Bestrahlungen. Frank Schulz betont ausdrücklich, daß gerade das auffallend Günstige hierbei ist, daß bei Fisteln niemals ein oberflächliches Verkleben, sondern eine Heilung der Gänge von unten herauf zu beobachten ist. Als direkte Einwirkung der Röntgenstrahlen erklärte er auch weiter in drei solchen Fällen die Abstoßung der Drüse durch den Fistelgang, durch die Hautfistel nach außen, eine Vorwärtsbewegung der Drüse, die er nur durch Wuchern des tiefer gelegenen Bindegewebes erklären kann, ähnlich wie das Heraustreten von zwei kleineren Knochensequestern aus Fisteln am Oberschenkel nach wenigen Bestrahlungen. In einem Falle, wo die eingeleitete Operation abgebrochen werden mußte, weil der Drüsentumor die großen Gefäße umschloß, zeigen die vergleichenden Abbildungen die ganz erhebliche Verkleinerung der vorher immensen Halsschwellung. Einen ähnlich sehr günstigen Fall von großer rezidivierender Lymphschwellung, durch K-Strahlen beeinflußt, beschreibt Schmidt. Überhaupt sind sich die zahlreichen Autoren in dieser ausgezeichneten Beeinflussung der Lymphdrüsenschwellungen einig. Es liegt hier bereits ein großes, gesichtetes Material vor!

Immer wieder wird auf den kosmetischen Erfolg im Gegensatz zur Operationsnarbe von allen Autoren, ich nenne noch Mayer-Brüssel, Roederer, Barretz, Bergonié, Rédard u. a., hingewiesen.

In dem zweiten Teile seiner Abhandlung bespricht dann Kienböck die günstige Beeinflussung der allgemeinen Lymphomatose, die sogenannte Pseudoleukämie, bei der die histologische Untersuchung der Lymphome häufig das Vorhandensein eines eigentümlichen Granulationsgewebes mit großen Zellen und Tuberkelbazillengehalt ergab, als Zeichen der nicht seltenen Entstehung der Erkrankung durch Tuberkulose. Auch in diesen Fällen hat Kienböck sehr große Lymphome bis auf ganz kleine Überreste nach einer kräftigen Bestrahlung zurückgehen sehen. Besonders schnell in der Hals-, Achsel- und Inguinalgegend. Aber auch bei intraabdominalen und intrathorazischen Lymphomen, bei letzteren nachweisbar durch Perkussion und Röntgenoskopie war eine starke Verkleinerung zu erzielen. Immer war gleich vom Beginn der Behandlung ab Erleichterung der Atmung, Aufhören des Hustens, der Erstickungsanfälle, der Schluckstörungen, ja auch der Störungen des Allgemeinbefindens und des Fiebers zu bemerken. Leider neigen nur diese Fälle zu sehr häufigen Rezidiven, die immer wieder eine erneute Bestrahlungsserie notwendig erscheinen lassen, so daß man hier nur, streng genommen, von einer Besserung und zeitweisen Heilung, nie aber von einer totalen Heilung sprechen kann. Immerhin ist die enorme Zahl günstiger Erfahrungen auf Jahre bei einem Leiden, das ohne Röntgenbehandlung unweigerlich in kürzester Zeit zum Ende führt, zu vermerken, und auch die unvermeidlichen Rezidive können durch die Radiotherapie lange Zeit im Schach gehalten werden.

Bevor ich auf die weiteren Anwendungen der Röntgenstrahlen in der neuesten Zeit übergehe, möchte ich hier die Erklärungen, die man für die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf tuberkulöses Gewebe gegeben hat, vorwegnehmen, und mit der Kienböckschen Begründung, Beeinflussung der Lymphome, beginnen. Kienböck glaubt nicht an den indirekten Weg der Beeinflussung des zirkulierenden Blutes und des Nervensystems, sondern an die direkte Wirkung des Lichtes auf die bestrahlten Geschwülste, auf das lymphoide und Granulationsgewebe, nicht auf die Blutgefäße in denselben. Es kommt zu einer Hemmung der Zelltätigkeit, speziell des Stoffwechsels und der Proliferation, zu Kernzerfall, Untergang der Zellen. Die eben beschriebene günstige Wirkung der Thoraxbestrahlung auf Atmung, Husten usw. ist indirekt durch Verkleinerung der Geschwülste, Entlastung der Organe, desgleichen die Besserung des Allgemeinbefindens und das Herabgehen des Fiebers durch eine „Entgiftung" des Organismus zu erklären, da die durch Bestrahlung zum Schwinden gebrachten Lymphome als Bildungsstätte

fiebererzeugender Stoffe zu betrachten sind. Auf die Erkrankungsursache ist die Einwirkung so zu denken, daß durch ausgiebige Verkleinerung und Sklerosierung der Tumoren den Tuberkelbazillen der Nährboden genommen wird, so daß also auf maximale Verkleinerung der Geschwülste der Hauptwert gelegt werden muß. Aber diese neue Therapie erspart nicht nur den Patienten häßliche Narben, blutigen Eingriff, sondern sie verhütet vielmehr oft durch Unterdrückung der latenten Keime in der Umgebung Rezidive und Operationen. Endlich wirkt die Röntgenbehandlung ohne Berufsstörung viel energischer als etwa die Allgemeinbehandlung mit Tuberkulin.

Desgleichen wird die günstige Beeinflussung der Knochentuberkulose allgemein so zu erklären sein, daß eine Schädigung der epitheloiden Elemente erfolgt und im Sinne der natürlichen Heilung das Granulationsgewebe in narbiges Bindegewebe umgewandelt wird. Das tuberkulöse Gewebe ist gegen Röntgenstrahlen viel empfindlicher als die normale Haut, so daß röntgenbestrahlte Tuberkulose heilen kann ohne Schädigung der von den Strahlen penetrierten Haut. Die Fähigkeit der Knochenneubildung wird jedenfalls durch die Röntgenbestrahlung nicht alteriert, worauf ich im zweiten Teil dieser Arbeit zurückkomme, und begünstigt so ein Ausheilen.

Die Erfolge bei Bauchfelltuberkulosen, die günstigen Resultate bei Knochentuberkulosen, die Beobachtung der Körpergewichtszunahme, der Hebung des Allgemeinbefindens bei den Bestrahlungen, die günstige Beeinflussung der schweren Kehlkopftuberkulose, veranlaßten mich, trotz der in der Literatur, wie bereits oben betont, bisher spärlich angegebenen und dann völlig negativen Resultate erneute Versuche bei Lungentuberkulose zu machen, obwohl Gaston und bis in die neueste Zeit hinein Jessen in Davos über spärliche und unsichere Resultate berichteten und auch die experimentellen Versuche von Lortet und Genoud über Abschwächung künstliche Tuberkulose durch Röntgenstrahlen, sowie die von Bergonié und Tessier an intraperitonäel infizierten Meerschweinchen keine nennenswerten Aussichten für Lungenbestrahlung boten.

Die Tatsache allein, daß zurzeit die Tuberkelbazillen in vitro strahlenfest zu sein scheinen — neueren Versuchen zufolge gelingt die Abtötung auch von Tuberkelbazillen nach Rieder und Bonet — konnte keinen Hinderungsgrund für solche Versuche abgeben, denn die Bazillen befinden sich im Körper ja unter ganz veränderten Bedingungen, ganz abgesehen davon, daß die günstige Beeinflussung durch Bindegewebsabkapselung, Narben-, Bindegewebsbildung, wie wir oben hörten, bei den Heilungsvorgängen der Knochen- usw. Tuberkulose beobachtet sind. Bedenkt man andererseits einmal die ganz erheblichen Dosen, die Wilms, Iselin u. a. (er bestrahlte eine Stunde) zwecks Heilung der Knochentuberkulose auf ganz eng beschränkte Bezirke anwandten, durch die sie ihre Erfolge erzielten, und demgegenüber die geringen Dosen, die in den nur spärlich vorliegenden Fällen von Lungentuberkulose mit negativem Resultat angewandt wurden, so dürfte auch der Schluß gestattet sein, daß die bisherigen Mißerfolge auf ungenügende Dosen, und wie wir bald sehen werden, auf mangelhafte Technik zurückzuführen sind. Ich modifizierte also, um auch hier erheblich größere Dosen hineinschicken zu können (ohne Gefahr der Verbrennung der recht empfindlichen Brust- und Rückenhaut), die von mir für die gynäkologische Behandlung mittels Bauchplatte eingeführte Feldernahbestrahlung dementsprechend, indem ich mir eine der Brust- oder Rückenform angepaßte Aluminiumplatte anfertigen ließ, die 12—16 voneinander durch 2 cm breite Bleiplatten getrennte Felder trug. Neuerdings benutze ich dazu einen speziellen Lungenbestrahlungsstuhl.

Wenn wir die verschiedenen Maßnahmen, die Tuberkulose zu bekämpfen, betrachten, so arbeiten alle in der einen Richtung, die vorhandenen Herde zu isolieren, zu erdrücken, mit Bindegewebe zu umgeben, das tuberkulöse Granulationsgewebe in derbes Bindegewebe zu verwandeln, tuberkulösen Auswurf zum Schwinden zu bringen.

Ich denke an die Wirkung des Pneumothorax, der Lufteinblasung in den Brustraum, um die Lunge zum Zusammenklappen zu bringen, um einem vorhandenen Herd Zeit zu geben,



sich zu vernarben. Das gleiche Ziel will die neuerdings enthusiastisch begrüßte Sonnenbestrahlung erreichen: nämlich, um die Herde herum Bindegewebswucherung zu erzielen.

Wenn ich einmal die Tuberkulose in drei Abteilungen teile, so haben wir auf der einen Seite die skrofulös-tuberkulöse Drüsenerkrankung, z. B. der Kinder, auf der anderen Seite die offene Tuberkulose, der Bazillenspucker — in der Mitte die Fälle mit Drüsenherden, Kavernen usw. Die Versuche, die ich nun anstellte und die ich mir zu berichten erlaube, erstreckten sich in zwei Richtungen. Einmal konnte ich an acht Fällen die günstige Beeinflussung der um die Lungenmitte herumliegenden tuberkulösen Drüsen mit Röntgenbestrahlung beobachten und im Röntgenbild fixieren. Daß Drüsen, die oberflächlich, d. h. unter der Haut gelegen, auf Röntgenstrahlen günstig reagieren, ist bekannt, und ebenso wissen wir ganz allgemein, daß eine Verkleinerung tuberkulöser Drüsen, eine Sklerosierung des Drüsengewebes erfolgt, daß unter Röntgenstrahleneinfluß — durch Bindegewebswucherung die Herde zerdrückt und unschädlich gemacht werden. Der gleiche Vorgang spielt sich auch bei diesen tiefer gelegenen Drüsen ab.

Nur über einige Fälle will ich kurz berichten:

Der eine betrifft eine Frau H. Babelsberg, diese leidet an schweren asthmatischen Anfällen, starker Bronchitis, linker Apextuberkulose, Dämpfung, Giemen und sehr zähen Auswurf. Tuberkelbazillen in mäßigen Mengen nachgewiesen. Patientin bekam in vier Sitzungen der von mir zwecks dieser Brustbestrahlung modifizierten Feldereinteilung auf neun Felder 28 E. D. (Röhre H. 7,5 W.). Der Erfolg war ein überraschend günstiger. Die zähe Schleimsekretion verflüssigte sich, um bald ganz aufzuhören. Die Anfälle sistierten allmählich ganz. Patientin nahm innerhalb weniger Wochen zwölf Pfund zu und ist jetzt fast ein halbes Jahr nicht in Behandlung ohne Rückfall. Die zeitweilige Sputumuntersuchung nach leichten Joddosen ergab bislang niemals Tuberkelbazillen.

Der andere Fall ist um so wichtiger, als es ein Arzt selbst ist, der nach erfolglosen Tuberkulininjektionen mir zur Röntgenbehandlung überwiesen worden, sein Bericht hat besonderes Interesse, als er naturgemäß besonders kritisch und skeptisch der Sache gegenüberstand.

Bei ihm bestand ein rechtsseitiger großer Herd mit Kaverne neben ausgedehnten Hilusdrüsenschwellungen, während links kleinere zerstreute Herde neben Spitzenaffektionen und Drüsenschwellung bestand. Tuberkelbazillenbefund +, elastische Fasern +, Eiterkokken.

Bereits nach einigen Wochen glaubte er mit Entschiedenheit im Allgemeinbefinden eine Wendung zum Besseren annehmen zu dürfen. Der Husten hat merklich nachgelassen, selbst morgens ist er bedeutend geringer als früher. Im Laufe des Tages hustete er höchstens zwei- oder dreimal und auch nur entweder nach dem Liegen oder nach stärkerem Anreiz, wie Sprechen, Lachen. Vom Sputum ist dasselbe zu sagen, wenngleich es nach seiner Beschaffenheit ebenso geblieben ist. Gelblich klumpig. Eine Untersuchung nach Tuberkelbazillen war positiv, Temperatur auf die Norm gesunken, Appetit stark. In der letzten Woche hatte er ein Pfund zugenommen.

Das eigentümliche Schweregefühl, das innere Ziehen und Rasseln, das sich besonders steigerte bei schlechter regnerischer Witterung, sowie nach jeder Anstrengung, wie dauerndes Gehen, Sprechen usw., das alles ist jetzt schon beinahe völlig geschwunden.

Das Resultat der sechsmonatlichen Behandlung war insofern ein äußerst günstiges, als es in dieser Zeit gelang, die linke Lunge völlig zum Ausheilen zu bringen. Das vergleichende Röntgenbild zeigte deutlich Abnahme der Drüsenschwellung sowie der tuberkulösen Herde links. Der deutlichste Beweis dafür, daß die endgültige Ausheilung der linken Seite zustandegekommen ist, ist die jetzt vorgenommene rechtsseitige Pneumothoraxoperation, die von autoritativer Seite kürzlich nach genauester Prüfung der linken ausgeheilten Seite mit bestem Erfolg vorgenommen wurde. Der Patient konnte also nicht nur mit der linken Lunge atmen, sondern diese vertrug auch noch die ihr auferlegte Mehrbelastung.

Besserungen, wenn auch nicht direkte Ausheilungen, wie wir eben gehört haben, ließen sich in den beiden folgenden Fällen beobachten.



Frl. S., 26 Jahre alt, linke Spitze Dämpfung, links unten handbreite Dämpfung mit Schallverkürzung, linke Spitze Bronchialatmen, zahlreiches feines Rasseln, links unten reichliches zum Teil klingendes Rasseln, rechte Spitze bronchovesikuläres Atmen, leichte Verschärfung, keine Geräusche, viel Auswurf mit Bazillenbefund +, ergab nach viermonatlicher Behandlung neben subjektivem Wohlbefinden Gewichtszunahme von fünf Pfund, sechs spärlichen Auswurf, aber immer noch Bazillen.

Dagegen ist der Schall links unten aufgehellt. Die Geräusche sind links oben ganz geschwunden, links unten spärlich. Husten sehr gering. Der Befund zeigt nach einem halben Jahre keine Verschlechterung.

Frau F., 26 Jahr alt, links von oben Dämpfung bis zur zweiten Rippe, Bronchialatmen, zahlreiches mittleres zum Teil gimmendes Rasseln bis zur vierten Rippe. Hinten der gleiche Befund bis zur Mitte der Skapula. Rechte Spitze zahlreiches feines Rasseln, Husten und Auswurf sehr stark und quälend, Bazillen +.

Nach dreimonatlicher Behandlung rechts unverändezt, links ganz erhebliche Besserung. Gimmen und klingendes Rasseln überhaupt geschwunden, nur links hinten vereinzeltes feines Rasseln. Eine ganz eminente Besserung erfuhr der nur noch morgens bestehende Husten und Auswurf. Patientin hat sieben Pfund zugenommen. Bazillenbefund weiter +.

Im Gegensatz dazu ein eklatanter Fall, Frl. B., 18 Jahre alt, vor einem Jahr in der Heilstätte wegen geschlossener Tuberkulose im zweiten Stadium. Rechts bis oberhalb der dritten Rippe Vesikobronchialatmen, feines, feuchtes Rasseln, Dämpfung. Linke Spitze rauhes Atmen, vereinzelte, feine, trockene Rasselgeräusche. Nach sechsmonatlicher Röntgenbehandlung lautete der Befund vom städtischen Fürsorgeamt: bis auf einzelne trockene Geräusche rechts hinten kein Befund. Patientin hat 18 Pfund zugenommen, sieht blühend aus, dementsprechend subjektives Wohlbefinden. Der trockene quälende Husten ist völlig geschwunden.

Als Parallele möchte ich einen Fall von Lazarus hier anfügen, der bei einer Tuberkulose im dritten Stadium mit Exsudat bis zur Spina scapula und doppelseitiger Oberlappenerkrankung — Fieberabfall, Rückgang des Katarrhes und des Sekretes, Sistieren der Dyspnoe, Resorption des Exsudates, Verschwinden der Tuberkelbazillen, bei einer Gewichtszunahme von sieben Pfund nach mehrmonatlicher Radiumbestrahlung konstatieren konnte.

Dazu ist zu erwähnen, daß M. P. Becquerel in einer Arbeit über „den Einfluß der Uranium- und Thoriumsalze auf die Entwickelung des Tuberkelbazillus" (Semaine medicial 1913, Nr. 4) zu folgendem Schluß gekommen ist:

Nachdem bereits der überaus auffallende Einfluß der radioaktiven Thorium- und Uraniumsalze auf das Keimen der Pflanzen und die spätere Entwickelung bekannt ist, hat B. sich die Frage vorgelegt, ob diese nämlichen Substanzen nicht eine gleichartige Wirkung auf die Vermehrung der Tuberkelbazillen ausüben könnten, und wenn das zutreffend wäre, ob sich nicht daraus für die Chemotherapie eine interessante Indikation ergeben würde.

Seine ersten Versuche wurden in vitro mit Reinkulturen angestellt, und zwar auf Nährboden, auf denen der Bazillus mit großer Schnelligkeit wächst und sich vermehrt und denen Uran- bzw. Thoriumsalze zugesetzt waren. Wenn man die Stärke der Trübung, die sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet als Maß für die Entwickelung des Bazillus nimmt, so sieht man sogleich, daß das Uransalz viel giftiger wirkt als das Thorium: 0,0004 dzg salpetersaures Uran in einem cbm Bouillon verzögert das Wachstum der Mikrobe derart, daß es fast gleich Null ist, während die gleiche Dosis salpetersaures Thorium das Wachstum der Mikroben im Gegenteil beschleunigt. Für jedes Salz gibt es eine optimale Dosis, die die Entwickelung des Bazillus begünstigt und die für das Thorium viel größer ist als für das Uranium.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kulturen stellte B. fest, daß in der Flüssigkeit, in der die radioaktiven Substanzen die Vermehrung der Bazillen aufgehalten oder verzögert haben, eine große Zahl von Bazillen Degenerationsformen annehmen, während viele andere sich einkapseln oder auch Sporen bilden.



Was die Bazillenkulturen anlangt, in denen das Wachstum der Bazillen angeregt wurde, so entsprach hier ihre Struktur genau derjenigen, die in den Kontrollkulturen beobachtet wurde.

Andererseits hat Krukenberg-Elberfeld (Münchener Medizinische Wochenschrift 1913, Nr. 38) um einen Einfluß auf tuberkulöses Gewebe festzustellen, zwei Meerschweinchen tuberkulöses Sputum in die Bauchhöhle injiziert, und die Tiere wurden dann in gleicher Weise mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Die Sektion ergab bei dem Kontrolltier eine weit hochgradiger vorgeschrittene Tuberkulose als bei dem anderen, also anscheinend eine retardierende Wirkung, die nach K. auf die vom wolframsauren Kalzium ausgehende Sekundärstrahlung zu beziehen ist, das er zur Unterstützung der Strahlenwirkung anwandte.

Ein Wort noch über die Fälle, in denen das Röntgenbild Drüsenschwellungen in der Hilusgegend zeigte. Hier läßt das zweite Röntgenbild nach beendigter Behandlung unzweifelhaft eine Verkleinerung der Hilusdrüsen erkennen. Daß bei der Ausführung dieser Therapie eine besondere Technik allein am Platze ist, daß nur mit entsprechend hohen Dosen und unter absoluter Hautschonung mittels der von mir bei der Behandlung von Frauenleiden eingeführten Feldernahbestrahlung gearbeitet werden muß, ist einleuchtend.

Daß man in der Tat große Lymphome, bei denen die histologische Untersuchung das Vorhandensein eigentümlicher Granulationsgewebe mit großen Zellen und Tuberkelbazillengehalt ergab, als Zeichen der nicht seltenen Entstehung der Erkrankung durch Tuberkulose — durch Röntgenstrahlen günstig beeinflussen kann, hat Kienböck in seiner bekannten oben zitierten Abhandlung ausgeführt. Aber nicht nur Lymphome der Hals-, Achsel- und Inguinalgegend zeigten ein schnelles Zurückgehen durch kräftige Bestrahlung, sondern auch bei intraabdominalen und intrathorakischen Lymphomen — letztere durch Perkussion und Röntgenoskopie konstatiert — war eine starke Verkleinerung zu erzielen. Dieselbe machte sich auch subjektiv durch Erleichterung der Atmung, Aufhören des Hustens, der Schluckbeschwerden, sowie Hebung des Allgemeinbefindens und Schwinden des Fiebers bemerkbar. Kienböck nimmt eine direkte Wirkung des Lichtes auf die bestrahlten Geschwülste an. Es kommt zu einer Hemmung der Zelltätigkeit, speziell des Drüsenstoffwechsels und der Proliferation, zu Kernzerfall und Untergang der Zellen. Durch ausgiebige Verkleinerung und Sklerosierung der Tumoren wird den Tuberkelbazillen der Nährboden genommen, so daß also auf maximale Verkleinerung der Geschwülster der Hauptwert gelegt werden muß. Das tuberkulöse Gewebe ist gegen Röntgenstrahlen viel empfindlicher als die normale Haut, so daß Röntgenbestrahlte Tuberkulose ohne Schädigung der von den Strahlen penetrierten Haut heilen kann.

Die günstige Wirkung der Thoraxbestrahlung auf Atmung, Husten usw. ist indirekt durch Verkleinerung der Geschwülste, Entlastung der Organe vom Druck zu erklären. Die Besserung des Allgemeinbefindens unter Herabgehen des Fiebers hat seine Ursache in einer Entgiftung des Organismus, da nach Kienböck die durch Bestrahlung zum Schwinden gebrachten Lymphome als Bildungsstätten fiebererzeugender Stoffe zu betrachten sind.

Wilms hat noch auf einen zweiten Faktor gegenüber der ausgedehnten Exstirpation des tuberkulösen Gewebes hingewiesen. Der stark positive Ausfall der Pirquetschen Reaktion bei den meist jugendlichen Individuen mit Drüsentuberkulose zeigt, daß im Körper ein kräftiger Immunisierungsvorgang gegen die Tuberkulose eingesetzt hat. Diese Immunisierung kann bei frühzeitiger Exstirpation der Drüsen nicht ebenso kräftig sein, der Körper bleibt gegen Neuinfektion gleich empfindlich und ist der Drüsen, die als Filter gegen die Verbreitung der Infektion im Körper ein wertvolles Hilfsmittel sind, beraubt und so meint Wilms, daß ein Patient, dessen Lymphome durch die Röntgenbehandlung zum Schwinden gebracht werden, besser daran ist, als ein operierter, weil sein Körper während des Kampfes mit der Drüsentuberkulose gekräftigt und gegen nicht zu vermeidende Neuinfektion widerstandsfähig geworden ist. Vielleicht ist sogar nach Lymphdrüsenexstirpation eine Weiterverbreitung der Bazillen im Organismus eher möglich, als bei dieser konservativen Röntgenbehandlung. Denn wir wissen

ja, daß bei vielen Menschen die sogenannte skrofulöse Lymphdrüsenschwellung in der Jugend eine Epoche der Immunisierung des Organismus gegen die ubiquitäre Tuberkuloseinfektion bedeutet. Auch Wilms sieht die Wirkung der Röntgenstrahlen in einem erhöht fermentativen und autolytischen Prozesse im Gewebe und in einer verstärkten narbigen Schrumpfung des Granulationsgewebes. Und diese Ausbildung von Narbengewebe ist also das Endresultat der günstigen Einwirkung der Röntgenstrahlen überhaupt.

Wenn wir nach einer weiteren Begründung, nach einem zweiten Wie der Einwirkung, fragen, so werden wir vor allen Dingen auch auf die schon wohlbegründete günstige Beeinflussung von Asthmafällen durch Röntgenstrahlen zurückgreifen müssen, wie sie Schilling, Immelmann u. a. schildern. Schilling betont ausdrücklich, daß bei Patienten mit erheblichen Auswurfsmengen bis zu einem viertel Liter pro Tag im Anschluß an die Bestrahlung starkes Sinken bis völliges Versiegen des Auswurfs beobachtet werden konnte. Schon das spricht gegen die Annahme irgendeiner Suggestion. Und ich möchte bei dieser Gelegenheit auf ein merkwürdiges Zusammentreffen hinweisen. Auch bei der von mir seinerzeit zuerst vorgeschlagenen Eierstockbestrahlung bei Frauenleiden, Periodenblutungen, Myomen usw. wollte man zuerst nur eine suggestive Wirkung anerkennen, während jetzt durch mikroskopische Eierstockpräparate der strikte Nachweis einer effektiven anatomischen Einwirkung erbracht und anerkannt ist. Bei den Asthmafällen konnte man weiter das Schwinden der Curschmannschen Spiralen und eosinophilen Zellen beobachten, so daß die Einwirkung als sekretorische und exsudative Störung der Bronchialschleimhaut aufzufassen ist.

Schilling selbst glaubt in den meisten Fällen, daß die in der Bronchialwandung gelegenen Becherzellen oder jene Zellen der kleinen Schleimdrüsen auf die Strahlen reagieren, sei es in Form der Verminderung der Vakuolenbildung, sei es in vorübergehender Schädigung des Zellleibes — als naheliegende Analogie mit der auch sonst bekannten größeren Vulnerabilität höher organisierter Zellen durch Röntgenstrahlen.

Nun fielen Eckstein bei der Durchleuchtung seines dreijährigen Patienten mehrere haselnußgroße rundliche Schatten rechts neben dem Herzen auf, die er als Schatten vergrößerter peribronchialer Lymphdrüsen deutete. Auch Gottschalk hat in allen seinen Fällen ausgedehnte Hilus- und Bronchialdrüsenschwellungen gefunden, die er als ursächliches Moment für die Entstehung der Anfälle anspricht. Ein Zurückgehen dieser Schwellung bedingt auch Sistieren des Anfalles. So wäre die äußerst prompte Reaktion der Kinder besonders ausreichend erklärt. Die günstige Beeinflussung dieser Drüsenschwellungen ist ja bekannt, und so fände die vor 40 Jahren von Biermer ausgesprochene Vermutung, daß zuweilen das Bronchialasthma seinen Grund in geschwollenen Tracheobronchialdrüsen habe, durch diese Therapie eine Unterlage.

Dieselbe Art der Einwirkung habe ich auch bei meinen Patienten mit starkem Auswurf beobachten können, bei denen durch Schädigung der Schleimbecherzellen und der Bronchialschleimdrüsen durch die Röntgenstrahlen die Schleimsekretion sistierte.

Als erste Beobachtung steht also im Vordergrund das Sistieren der so quälenden Schleimsekretion, des Hustens, Abnahme des tuberkulösen Sputums. Parallel gingen damit Gewichtszunahme, Schwinden der Lungenstiche. Bei den Spuckern war nun auffallend, daß zu Beginn der Röntgenbehandlung ein leichter Temperaturanstieg fast ausnahmslos beobachtet werden konnte, quasi als ob die Giftstoffe für den Körper durch die Röntgenbeeinflussung frei wurden. Eine andere Gruppe von Kranken zeigte im Röntgenbild große um die Lungenmitte herumliegende tuberkulöse Drüsenpakete. Unter der hier angewandten ganz speziellen kombinierten Technik zeigten die Kontrollaufnahmen eine Verkleinerung dieser Schatten im Verein mit schärferen Konstruierungen als Zeichen von bindegeweblichen Wucherungen. Es spielte sich hier der gleiche Vorgang ab, wie wir ihn bei tuberkulösen Drüsen dicht unter der Haut in Form der Sklerosierung des Drüsengewebes durch Bindegewebswucherung kennen. In solchen verkleinerten bestrahlten Drüsen erkennt man dann die durch Bindegewebswucherung abgegrenzten zum Teil zerdrückten und unschädlich gemachten tuberkulösen Herde. Diese Vor-

gänge, wie ich sie an einer Reihe meiner Patienten beobachten konnte, entsprechen ganz den Erfahrungen, die wir bei der Bestrahlung großer Lymphome seit langem kennen.

Dieselbe Ausbildung von Narbengewebe hat sich nun auch in einigen Fällen, wo das Röntgenbild die Anwesenheit von Kavernen zeigte, beobachten lassen. Und es wurde mir von autoritativer Seite bestätigt, daß neben einer auffallenden Verkleinerung der Kaverne die Umrandung schärfer und breiter hervortrat, eine Erscheinung, die durch stärkere Bindegewebswucherung erklärt wurde. In den Fällen von Spitzenaffektionen ergab der physikalische Befund, sowohl auskultatorisch wie perkussorisch, eine deutliche Besserung. Dem entsprach wiederum im Röntgenbild die Verkleinerung vorher verdunkelter großer Partien mit schärferer Abgrenzung gegen das Nachbargewebe, und einer deutlichen Aufhellung dieser Stellen als Ausdruck der Verkapselung vorhandener Herde. Diese meine Beobachtungen datieren bis $3^1/_2$ Jahre zurück, die erste Veröffentlichung geschah Therapie, Dezember 1911, die zweite März 1912 in der „Berliner Klinischen Wochenschrift“, ein dritter Hinweis ist in den Verhandlungen des Zentralkomitees im Juni 1912 über 20 Fälle erschienen. In jüngster Zeit hat auf dem internationalen physiotherapeutischen Kongreß Küpferle den experimentellen Beweis für die Richtigkeit meiner Beobachtungen durch Tierversuche erhärtet. Auch er hat bindegewebliche Abkapselungen bei mit Tuberkulosebazillen infizierten tuberkulös gewordenen Tieren makroskopisch und mikroskopisch nachweisen können. — Ich habe in weiterem Verlauf an Tieren Versuche derart angestellt, daß ich einer Reihe von Tieren aus menschlichem Sputum und aus Reinkulturen tuberkulöse Aufschwemmungen einspritzte, die ich vorher den Röntgenstrahlen und bei einer anderen Gruppe dem Radium ausgesetzt hatte. Während die Kontrolltiere mit unbestrahlten tuberkulösen Aufschwemmungen in wenigen Tagen schwere Krankheitserscheinungen zeigten, beobachtete ich an einer Reihe der Tiere, die mit bestrahlten Aufschwemmungen eingespritzt waren, erst nach 30—40 Tagen schwache tuberkulöse Drüsenaffektionen, aber keine allgemeine Ausdehnung wie bei den Kontrolltieren. Diese Einwirkung läßt sich bei tuberkulös gemachten Tieren vielleicht noch durch Sensibilisatoren: Eosin und Methylen erhöhen, andererseits bei der Kulturbestrahlung zum Zwecke der erhöhten Strahlenwirkung auf die Kulturen verwenden.

Vielleicht gelingt es auf diesem Wege ein „Tuberkulin“ herzustellen, dessen Infektiosität und Giftigkeit soweit abgeschwächt ist, daß es immunisierend im Sinne des von Koch erstrebten Tuberkulin wirkt, dann wären wir dem Ideal der Tuberkulosebekämpfung vielleicht nähergerückt.

Der Kampf gegen die Tuberkulose setzt mit der größten Hoffnung auf Erfolg ein im Anfangsstadium, wo es sich um tuberkulöse Drüsenschwellungen, um Drüsenskrofulose handelt. Andererseits würde die Einschränkung der Zahl der Spucker als gefährliche Infektionsträger, als Verbreiter dieser schrecklichen Volkskrankheit überhaupt schon vom rein sozialen Standpunkte aus einen wesentlichen Fortschritt bedeuten.

Wenn ich meine Fälle überblicke, so zeigten sowohl initiale Spitzenkatarrhe wie auch Fälle des zweiten Stadiums günstige Beeinflussung· Diese Beobachtungen decken sich völlig mit den an der Freiburger Universitätsklinik gemachten Erfahrungen. Küpferle schreibt darüber folgendes: „Das Tierexperiment lehrt, daß die Röntgenstrahlen bei experimentell erzeugter Tuberkulose Heilungsvorgänge anbahnen und fördern, die einer natürlichen Heilung entsprechen. Die menschliche Tuberkulose ist durch Röntgenstrahlen in demselben günstigen Sinne zu beeinflussen und zwar in allen Stadien, eine ausgesprochene Heilung konnte bisher bei allen Fällen des ersten und zweiten Stadiums erreicht werden. Der Erfolg ist abhängig von der im Einzelfall nach Verlaufsform und Reaktionsmodus einzurichtenden Bestrahlungstechnik.“

Über die Natur der Wirkung im speziellen erübrigt sich noch eine Auseinandersetzung. Wir haben zu unterscheiden zwischen der Wirkung auf den Tuberkulosebazillus selbst,. zwischen der Beeinflussung des Tuberkels und endlich kommt die allgemeine Wirkung auf den Körper in Frage.

Experimentell ist von Burnet gezeigt worden, daß die Röntgenstrahlen direkt auf die Bazillen wirken, und daß diese Einwirkung durch Verwendung von sogenannten Sensibilisatoren:

Eosin und Metylen, bis zur völligen Abtötung der Tuberkelbazillen, vermehrt werden kann, wie wir es bei der gonorrhoischen Fluorbekämpfung als sehr wirksam a. O. geschildert haben. Es ist aber zu bedenken, daß es im menschlichen Organismus uns nicht gelingt, ohne Schädigung der über den Drüsen liegenden Weichteile mit genügenden Strahlenmengen in die Tiefe zu dringen, um die Bazillen abzutöten. Deshalb zweifle ich — und finde eine Stütze bei Iselin — an der direkten Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Tuberkelbazillen. Man kann andererseits die günstige Beeinflussung sich so erklären, daß die Röntgenstrahlen wie jeder andere Reiz der Haut zu einer Vermehrung der Abwehrstoffe im Blute führen und so indirekt die Bazillen zum Zerfall gebracht werden.

Die Beeinflussung des Tuberkels zeigt sich nach Küpferle und de la Camp in einer starken Zerstörung des tuberkulösen Proliferationsgewebes, das seinerseits durch üppig wucherndes Bindegewebe ersetzt wird und durch folgende Abkapselung des tuberkulösen Herdes die Weiterentwickelung der Tuberkulose verhindert.

Die allgemeine Wirkung auf den Körper findet ihren Ausdruck in der Entgiftung des tuberkulösen Herdes, wie wir sie aus dem Resorptionsfieber und dem Verhalten des Körpergewichts erkennen.

Daß ein Tuberkulin als Ursache des Fiebers entstehen muß, wenn eine tuberkulöse Drüse samt Bazillen resorbiert wird und Tuberkelbazillen zerfallen, darf als sicher gelten. Das Körpergewicht erfährt dabei immer eine Steigerung und zwar auch nach anfänglicher Gewichtsabnahme.

Je nachdem wir nun den tuberkulösen Herd, den Tuberkel, oder den Körper allgemein beeinflussen wollen, haben wir unsere Technik zu wählen; denn bei der Wirkung auf Herd und Tuberkel haben wir uns für hohe Dosen zu entscheiden. Für die Allgemeinwirkung kommen wir andererseits mit schwächeren Reizdosen aus, und so glaube ich in einer glücklichen Kombination den größten Vorteil zu erzielen.

Die Hauptklippe bleibt dabei immer die Wahl der richtigen Dosis, denn überschreiten wir das rechte Maß, so erzielen wir nicht Anregung, sondern Zellzerstörung, womit wir den Heilungsprozeß gerade vernichten. Es bleiben also die folgenden Möglichkeiten: 1. bei leichten Formen wird man durch mittelstarke Dosen den Herd entgiften und der Resorption zugänglich machen; denn diese reichen aus, weil erfahrungsgemäß die Lymphozyten radiosensibel sind und wahrscheinlich von ihnen die Wirkung ausgeht. Sie verschwinden in den Herden allmählich und schließlich finden sich in dem Detritus nur noch Riesenzellen. Drei bis vier Wochen nach dem Beginn der Behandlung sind auch diese verschwunden. Das Bindegewebe und die Riesenzellen dürfen dabei durch die Bestrahlung nicht geschädigt werden. Wir müssen nämlich immer daran festhalten, daß meines Erachtens es auch auf den Anreiz des Nachbargewebes ankommt, das durch diesen zur Abwehr angeregt wird. Diese elektive Radiosensibilität auf lymphatische Elemente, die ein integrierender Bestandteil des Tuberkels sind, und auf sehr stark proliferierende Zellen, die uns ja von vornherein bekannt ist, hat hier gerade Nutzen, da wir mit derselben Dosis beides erreichen können: Anreiz des normalen Gewebes zur Heilung und Vernarbung, andererseits Vernichtung der Zellbestandteile des Tuberkels und im weiteren Verlauf seinen Zerfall und Zugrundegehen.

Das gleiche gilt von der von mir vorgeschlagenen Milzbestrahlung, sowie der des lymphatischen Apparates, wie wir gleich weiter hören werden.

2. Bei stärkerer Erkrankung, wo das physiologische Verfahren nicht ausreicht, den speziellen Herd stärker zu bestrahlen, um das tuberkulöse Gewebe direkt zum Zerfall zu bringen und durch Gefäßschädigung im Herde Schrumpfung und Narbenbildung zu fördern.

Ebenso empfiehlt es sich gegen tuberkulöse Drüsenerkrankungen stärkere Dosen zu verabreichen.

Da nun unser Bestreben bei allen tuberkulösen Neubildungen darauf hinzielen muß, langsame Rückbildung und Vernarbung zu erreichen, so ist die protrahierte langsamer wirkende Dauerbestrahlung dazu am geeignetsten.

Das Resultat meiner Beobachtungen läßt sich demnach in folgende Leitsätze zusammenfassen:

1. Bestimmte Fälle klinisch diagnostizierter Lungentuberkulose zeigen deutliche Besserung des Leidens und günstige Änderung des Befundes. Bei der Kürze der Beobachtungszeit spreche ich absichtlich nicht von Ausheilung im klinischen Sinne.
2. Von jetzt 80 Fällen 16 Versager, 64 positive Ergebnisse.
3. Subjektive Besserung, Hebung des Allgemeinbefindens, des Appetites, Gewichtszunahme schon nach wenigen Bestrahlungen, Schwinden der Lungenstiche, Brustbeklemmungen. Auffallend schnelle Abnahme des Hustens, freiere Atmung.
4. Objektiv: Auswurfsmenge sistiert völlig nach einer Reihe von Bestrahlungen. Tuberkelbazillen. Befund wird dauernd geringer. In 57 Fällen nicht mehr vorhanden. Pathologische Atmungsgeräusche schwinden in auffälliger Weise, besonders an den Spitzen. — Hilusdrüsenschwellung zeigt im Röntgenbild einwandsfreie Verkleinerung. — In 15 Fällen von Spitzenaffektionen ist im Röntgenbild nach Bestrahlung Aufhellung der Herde erkennbar.
5. Allgemeine Beobachtungen: Anfängliche Fiebersteigung ist ein Zeichen für günstige Röntgenbeeinflussung. — Ich fasse den Fieberanstieg als ein Freiwerden von Giftstoffen im Körper durch Strahlenwirkung auf, als ein Einsetzen von wichtigen Immunisierungsvorgängen, denen dann die Entgiftung und Entfieberung folgt.
6. Verkleinerung geschwollener tuberkulöser Hilusdrüsen bedingt schon rein mechanisch Entlastung der Organe vom Druck und erklärt so schon die freiere Atmung und Verringerung des Hustens.
7. Tuberkulöses Lungengewebe ist viel empfindlicher gegen Röntgenstrahlen als normales Tuberkulöse Drüsen antworten auf entsprechend starke Röntgenreize ähnlich, wie ich es an bestrahlten Eierstöcken zeigen konnte, mit Bindegewebsbildung, narbiger Schrumpfung und damit Abkapselung tuberkulöser Herde.

   Das gleiche spielt sich im tuberkulösen Granulationsgewebe ab, auch hier tritt an dessen Stelle als Endresultat der Röntgenreizung schließlich narbige Schrumpfung und Abkapselung.

   Kleine Kavernen zeigen nach Bestrahlung Verdickung der bindegeweblichen Hülle im Röntgenbild als schärfer hervortretende Umgrenzung. Sie entsteht in allen Fällen als ein reaktiver Entzündungsprozeß der Umgebung, der mit Bindegewebentwicklung endet.

   Größere Kavernen bleiben nach meinen Beobachtungen unbeeinflußt.
8. Bei 3 tuberkulösen Pleuritiden konnte nach Bestrahlung Lösung der bindegeweblichen Schwarten konstatiert werden.

   In einem Fall von doppelseitiger Tuberkulose trat neben Hilusdrüsenschwund Ausheilung des kleineren linksseitigen Herdes ein, so daß erfolgreich der künstliche Pneumotorax rechts gemacht werden konnte.
9. 3 gegen Tuberkulin refraktäre Fälle zeigten schnellere Beeinflussung nach unterstützender Röntgenbestrahlung.
10. Weiterer Beobachtung bleibt es vorbehalten, ob durch Röntgenstrahlenbehandlung die Widerstandskraft des Körpers gegen Neuinfektionen erhöht wird.
11. Die Bestrahlung erfolgt mittels ganz spezieller Technik und bestimmten Dosen, zerfällt in eine Bestrahlung der einzelnen Herde und eine allgemeine, allseitige Bestrahlung des Thorax und der Milz.

    Schon die drohende Hämoptoe mahnt hier zu vorsichtiger aber natürlich zweckentsprechender Dosierung.
12. Tierversuche, durch Abschwächung von Tuberkelbazillenaufschwemmungen mittels Bestrahlung ein besonderes Tuberkulin herzustellen, sind im Gange und sollen fortgesetzt werden.



Nach meinen Beobachtungen erhoffe ich günstige Erfolge von der Lungentuberkulosebehandlung durch Röntgenstrahlen, nicht etwa als ein Allheilmittel — das möchte ich ausdrücklich betonen — sondern als eine allerdings wichtige therapeutische Maßnahme im Kampf gegen die Tuberkulose.

Die speziellen Gesichtspunkte besonders betr. der Milzbestrahlung sollen im II. Teil besprochen werden.

Aus dem Röntgeninstitut im Sanatorium Fürth in Wien.

Über Reizwirkung bei Röntgenbehandlung von Struma und Basedowscher Krankheit.

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck.**

Am letzten Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft wurden von mir die Frühreaktionen besprochen[1]), die lokalen Erscheinungen und die Allgemeinwirkungen, welche nach Röntgenbestrahlung von gesunder Haut, normalen Drüsen, Drüsenhyperplasien, benignen und malignen Tumoren auftreten; die Störungen wurden als Reizerscheinungen und zwar im allgemeinen als Symptome eines initialen, prodromalen Exzitationsstadiums im Verlaufe eines im wesentlichen degenerativen Zellprozesses in den bestrahlten Teilen aufgefaßt, verdienen also auch den Namen Vorreaktionen. Die Allgemeinerscheinungen, welche übrigens kaum je bedrohlich werden, wurden auf vorübergehende Steigerung der inneren Sekretion bezogen.

Es erübrigt, die Erscheinungen, welche nach Röntgenbestrahlung der Schilddrüse auftreten, genau zu besprechen, sowohl bei einfacher Struma als auch bei Basedowscher Krankheit, umsomehr, als sie bisher den meisten Therapeuten entgangen sind.

1. Einfache Struma.

Es wird bei Behandlung einfacher Strumen in der ersten Zeit wiederholt vom Patienten angegeben, daß nach den Bestrahlungen mancherlei Beschwerden, lokale Schwellung und allgemeine Unruhe, Herzklopfen, Pulsbeschleunigung usw. aufgetreten seien.

Das Vorkommen solcher Erscheinungen wurde zuerst von **Gilmer**[2]) hervorgehoben, und zwar in treffender Weise. Dieser Autor sah nach Röntgenbehandlung einfacher Strumen wiederholt lokale und allgemeine Erscheinungen auftreten, namentlich in Fällen von rasch wachsendem Kropf; die Erscheinungen traten nach den ersten Bestrahlungen auf, und zwar immer schon etwa drei Stunden nach der Sitzung. Die lokalen Erscheinungen bestanden in „Gefühl von Brennen im Halse“, „Gefühl, als ob der Kropf anschwelle“, die Allgemeinerscheinungen in Zittern, Herzklopfen und leichter Üblichkeit, dabei war eine Jodausscheidung im Harne zu finden. Die Erscheinungen schwanden zirka sechs Stunden später, **„und es stellte sich umgekehrt ein wohltätiges Gefühl der Befreiung ein“.** Alle diese Fälle erfuhren im weiteren Verlaufe eine günstige Einwirkung, sie gingen sogar in Heilung aus.

Ganz besonderes Interesse beansprucht der folgende Fall von Gilmer: „Fall von enormer, diffuser, sehr weicher, gefäßreicher, parenchymatöser Struma“ mit 52 cm Halsumfang bei einer Frau. „Die erste Bestrahlung von 10 Minuten Dauer hatte eine erschreckende Wirkung. Schon nach 1 Stunde traten heftige Schmerzen im ganzen Halse auf, Anschwellung desselben bis auf 55 cm, intensive Röte, Benommenheit, Schweißausbruch, Temperatur 39,8 in der Achselhöhle, jagender, unregelmäßiger, schwacher Puls bis zu 180 Frequenz, Durchfälle, Cyanose des Gesichts, Atemnot (Bericht des Hausarztes). Die bedrohlichen Erscheinungen hielten fast 2 Stunden an, um dann langsam abzuklingen. Noch in den folgenden Tagen klagte die Patientin über Schlaflosigkeit, Schmerzen im Halse, Kopfweh, hochgradige nervöse Unruhe und Herzklopfen.

Die Schwellung des Halses ging erst im Laufe von 8 Tagen zurück, ebenso lange bestand die Rötung an der bestrahlten Stelle; später schuppte die Haut ab, ohne daß es zu Ekzem oder Blasenbildung

---

[1]) Kienböck, Früherythem und Röntgenfieber, Fortschritte Bd. 22, Heft 1.

[2]) Gilmer, Röntgenbehandlung bei Struma und Basedow, 23. Kongreß für innere Medizin, München 1906, Verhandlungen Seite 649.



gekommen wäre. Nach 3 Wochen war entsprechend der bestrahlten Stelle eine zirka handgroße leichte Pigmentierung zu sehen.

Entsprechend den stürmischen Erscheinungen, war auch die Endwirkung auf den Kropf eine außerordentliche; 4 Wochen nach dieser einen Bestrahlung war der Halsumfang um 5 cm zurückgegangen, die Patientin hob ein erhebliches Nachlassen der früheren Kropfbildung hervor."

Als Erklärung für die Entstehung der Allgemeinerscheinungen wird von Gilmer angegeben „ein akuter Abbau der in der Schilddrüse aufgespeicherten Jodverbindungen, welche frei werden und den Organismus überschwemmen". In dem referierten Falle mit hochgradiger Reaktion handelte es sich nach Gilmer um eine „Idiosynkrasie".

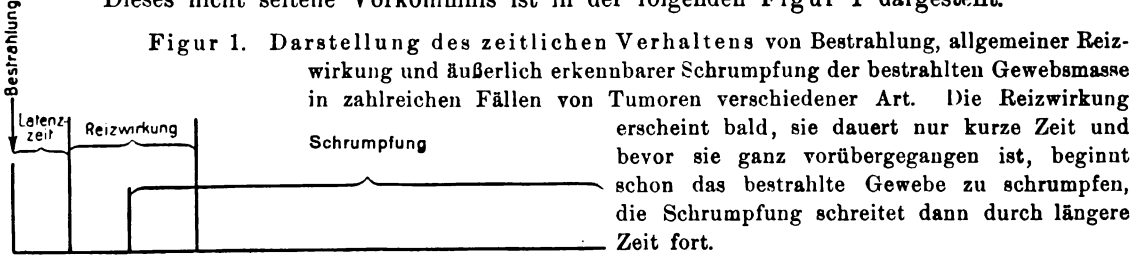
Den spätern Autoren entging merkwürdigerweise das Vorkommen der lokalen und allgemeinen Störungen nach Röntgenbestrahlung der Strumen, in den diesbezüglichen Abhandlungen und Lehrbüchern ist darüber nichts zu finden.

Ich konnte diese Störungen wiederholt beobachten, bald in geringerem, bald in stärkerem Grade. Ich halte sie — darauf will ich hier Gewicht legen — durchwegs für die Folgen einer initialen Reizwirkung der Röntgenstrahlen auf das Parenchym der Drüse; es kommt dabei zu Hyperämie, Anschwellung des Organs, Steigerung der Zelltätigkeit und so zu den Allgemeinerscheinungen von Thyreoidismus.

Daß die Allgemeinstörungen zu Beginn der Röntgenbehandlung einfacher Strumen den Charakter von Thyreoidismus haben, enthält einen weiteren Hinweis darauf, daß die verschiedenen Allgemeinerscheinungen (besonders Fieber, Übelkeit, Erbrechen, Durchfälle), die bei Röntgenbehandlung von Gewebsmassen der verschiedensten Art, von normalen Drüsen, Drüsenhyperplasien, benignen und malignen Tumoren zu Beginn auftreten, überhaupt nicht — wie man bisher meinte — auf einfachem „Zerfall" der Zellen und Übertreten der „Zerfallsprodukte" in das Blut, sondern auf einer Steigerung der Zelltätigkeit und inneren Sekretion beruhen. Es handelt sich in der Regel bloß um ein initiales Exzitationsstadium im Verlaufe einer Zellwirkung, welche sich — wenn bis zu Ende verfolgt — als degenerativer Prozeß erweist.

Was die zeitlichen Verhältnisse betrifft, so treten bei den genannten Organen und Tumoren in der Regel bald nach der Bestrahlung gleichzeitig Anschwellung der bestrahlten Massen und Allgemeinerscheinungen auf — die Störungen dauern nicht lange — und dann folgt unmittelbar Verkleinerung der Massen und allgemeines Wohlbefinden; doch müssen beide Symptomgruppen zeitlich nicht streng getrennt sein. Die Verkleinerung kann schon beginnen, bevor die allgemeine Reizwirkung ganz vorüber ist; es ist dies dadurch zu erklären, daß die Wirkung der Röntgenstrahlen, namentlich in Gewebe von geringer Empfindlichkeit, nicht besonders schnell von außen nach innen fortschreitet. Die tieferen Teile erhalten kleinere Dosen, die Wirkung tritt daher hier später auf und so kann hier noch eine mit Allgemeinstörungen einhergehende Reizwirkung vorhanden sein, wenn die oberflächlichen Teile bereits schrumpfen.

Dieses nicht seltene Vorkommnis ist in der folgenden Figur 1 dargestellt.



Figur 1. Darstellung des zeitlichen Verhaltens von Bestrahlung, allgemeiner Reizwirkung und äußerlich erkennbarer Schrumpfung der bestrahlten Gewebsmasse in zahlreichen Fällen von Tumoren verschiedener Art. Die Reizwirkung erscheint bald, sie dauert nur kurze Zeit und bevor sie ganz vorübergegangen ist, beginnt schon das bestrahlte Gewebe zu schrumpfen, die Schrumpfung schreitet dann durch längere Zeit fort.

Dasselbe gilt auch speziell von Strumen. Von meinen eigenen Beobachtungen von lokaler und allgemeiner Vorreaktion bei Behandlung einfacher Strumen soll ein Fall mit Auftreten von vorübergehenden Schluckstörungen angeführt werden.

Fall 1.

Einfache Struma, nach den ersten Röntgenbestrahlungen Anschwellen des Kropfes, Schluckstörungen, Tachykardie.

Sophie L., 59 Jahre alt, mit parenchymatöser Struma und Atembeschwerden. Der Kropf wird von der Patientin seit mindestens 4 Jahren bemerkt, es ist eine gleichmäßige mäßige Vergrößerung der Drüse vorhanden, ziemlich weich, beim Schlucken sich hebend; oberes Sternum gedämpft, ziemlich bedeutende Atembeschwerden, mäßiger Stridor, Husten, gequetschte Stimme, Gesicht etwas gedunsen und gerötet.

Nach der ersten Bestrahlung (1907) Auftreten von Schluckbeschwerden und „Gefühl, als ob der Hals geschwollen wäre", zugleich Pulsbeschleunigung, Unruhe, Mattigkeit; die Störungen dauerten 4 Tage.

Später trat eine mäßige Verkleinerung des Kropfes ein, mit Besserung der Atmung und Zyanose.

Nebenbei sei auch der weitere Verlauf mitgeteilt. Einige wenige Bestrahlungen wurden noch in den folgenden Jahren gegeben (bis Juni 1909), stets mit guter Wirkung, die aber nie vollständig wurde und stets wieder zum Teil zurückging.

Juli 1911: gleicher Zustand wie früher, Hals nicht kleiner und nicht größer geworden, keine Erstickungsanfälle. Juli 1914: keine Verschlimmerung.

Vielleicht ist es der Röntgenbehandlung zu danken, daß kein Weiterwachsen des Kropfes eintrat.

Die anfänglichen Schluckstörungen in diesem Falle sind wohl durch Druck seitens der anschwellenden Struma auf den Ösophagus zu erklären, als Zeichen einer „lokalen Vorreaktion" der Drüse. Ähnliche Fälle dürften nicht selten vorkommen.

Ausnahmsfälle, mit lange anhaltendem Thyreoidismus.

Was die Erscheinungen von Thyreoidismus nach Bestrahlung einfacher Strumen betrifft, so gehen sie — wie oben erwähnt — fast immer schon nach einigen Stunden oder Tagen zurück; in seltenen Ausnahmsfällen können sie aber durch lange Zeit bestehen bleiben; dafür ist der folgende Fall ein Beispiel.

Fall 2.

Einfache Struma, durch Röntgenbelichtung zwar Verkleinerung der Drüse und Aufhören der Erstickungsanfälle, aber auch Auftreten der Erscheinungen von Thyreoidismus, anhaltend durch fast ein Jahr. (Beobachtung von von Decastello und Kienböck[1].)

68jährige kräftige Frau. Anamnese und Befund am 9. Februar 1907. Seit dem 20. Lebensjahre langsam wachsende und zuletzt sich rascher vergrößernde Struma mit bedeutenden Atembeschwerden und Erstickungsanfällen. Halsumfang 47 cm; rechter Lappen der Drüse stark vergrößert, auch Mittellappen apfelgroß, linker Lappen weniger vergrößert. Mit Durchleuchtung ein ziemlich großer substernaler Teil nachweisbar, bis zum Niveau des vorderen Endes des 3. Rippenpaares reichend; Trachea stark komprimiert und verschoben; Stridor; Cyanose im Gesicht. Allgemeinzustand sonst gut, Herz und Puls normal.

Röntgenbehandlung. Am 9. Februar 1907 wurde die Struma in einer einzigen Sitzung unmittelbar nacheinander von 3 Seiten bestrahlt: von rechts, von vorne und von links, und zwar mit mittelweichem Licht je 20—24 Minuten bei F. D. 15 cm, auf jeder Seite 8—10 x (später wurden keine Bestrahlungen mehr gegeben). An den folgenden Tagen wurde die Drüse etwas kleiner, die Atembeschwerden nahmen ab; vom 4. Tage an stellte sich aber allgemeine Schwäche, Zittern in den Beinen, Herzklopfen, Hitzegefühl und Appetitlosigkeit ein, die Haut war am ganzen Körper stark durchfeuchtet, Puls 140, Gräfesches Symptom, keine Diarrhöen, kein Fieber.

Verlauf. Unter dem Einfluß von Bettruhe, Kälteapplikation, Antithyroiden sank die Pulszahl allmählich auf 100—120. Der Zustand von Thyreoidismus erwies sich aber im ganzen als hartnäckig,

[1]) von Decastello, Über akutes Auftreten von Basedowschen Erscheinungen bei einer indifferenten Struma nach Röntgenbestrahlung. III. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft, Berlin 1907 und Kienböck, Lehrbuch der Radiotherapie 1907, S. 171. In vorliegender Arbeit wird auch der weitere Verlauf des Falles mitgeteilt.



besonders die allgemeine Schwäche. Auch Neigung zu Schweißen, Pulszahl 100—120 und Appetitlosigkeit hielten an. Patientin blieb 5 Wochen zu Bett.

Am 29. März waren die Atembeschwerden nur gering, der Halsumfang betrug 44 cm. 18. Mai 1907: Pigmentation der bestrahlten Hautpartien. Noch immer Appetitlosigkeit, Neigung zu Durchfall. Halsumfang nur mehr 42,5 cm.

Weiterer Verlauf (mir freundlicherweise von Dozent v. Decastello mitgeteilt, noch nicht veröffentlicht): Allmählich besserte sich der Zustand noch weiterhin, die Frau konnte bald wieder gehen.

Zu Neujahr 1908 war der Allgemeinzustand wieder ausgesprochen gut, aber der Puls schwankte damals noch immer zwischen 100—120; die Atmung war gut, Erstickungsanfälle waren seit der Bestrahlung nicht mehr aufgetreten.

Die erhöhte Puslfrequenz kehrte erst in den nächsten Wochen zur Norm zurück, die Basedowerscheinungen hatten also nicht ganz ein Jahr angedauert.

Anfang 1909. Die Basedowerscheinungen waren nicht wiedergekehrt. Das Allgemeinbefinden war gut, die Patientin war ganz beschwerdefrei, auch die Herztätigkeit war ganz normal.

Nachricht vom 10. Mai 1914: Patientin ist jetzt sehr fettleibig und infolge von Netzhautablösung fast blind. Die Struma ist wieder recht groß geworden und macht Kurzatmigkeit, aber keineswegs so quälend wie früher. Keine Erscheinungen von Thyreoidismus.

In diesem Falle traten somit bei einer großen parenchymatösen Struma im engen Anschluß an eine starke Röntgenbestrahlung Basedowerscheinungen auf und dauerten fast ein Jahr an; es war bei der Patientin mit Sicherheit festgestellt worden, daß vorher keine Erscheinungen von Basedowscher Erkrankung bestanden. Die lokale Wirkung auf den Kropf war eine ausgezeichnete, er wurde viel kleiner, die Atmung wurde frei und die Erstickungsanfälle sistierten ganz. Merkwürdigerweise trat in diesem Fall der erste Beginn von Verkleinerung vor den allgemeinen Reizerscheinungen ein.

Es soll nun versucht werden zu erklären, warum die Reizerscheinungen in diesem Falle so lange anhielten. Manche könnten vielleicht zunächst daran denken, daß der Grund in dem Vorhandensein eines ziemlich großen und vor allem zum großen Teil intrathorazischen Kropfes liege, wobei die tief gelegenen Teile eine nur kleine Lichtmenge, eine „Reizdose" erhielten, d. h. eben jene Dose, welche das Gewebe ausschließlich reizt, also nicht eine kräftige Dose, welche nur anfangs und vorübergehend reizt, im ganzen aber zu Atrophie des Gewebes führt. Doch erscheint mir dies zunächst sehr unwahrscheinlich; denn Reizdosen sind erstens ganz enge umschriebene Lichtmengen, können also einer größeren Gewebsmasse kaum je isoliert appliziert werden — und zweitens sind es an der Wirkungsschwelle liegende Lichtmengen, Schwellendosen, die Reizwirkung kann daher nur gering und vorübergehend sein.

Die Annahme einer reinen Reizwirkung in der Drüse erscheint aber dadurch geradezu widerlegt, daß die Struma im weiteren Verlaufe nicht etwa allmählich größer wurde, sondern im Gegenteil bei Bestehen von Thyreoidismus durch etwa drei Monate fortschreitend kleiner wurde; der Kropf hatte also in allen Teilen genügend große Dosen erhalten.

Die Vermutung H. E. Schmidts — der sich mit unserem Falle beschäftigt —, daß hier durch die Röntgenbehandlung zwar „keine Reizwirkung", aber doch „eine andauernde Hyperämie" der Drüse eingetreten sei — wie sie angeblich zuweilen in der Haut nach starken Bestrahlungen beobachtet wird — ist nicht nur an sich schwer verständlich, sondern durch die obigen Bemerkungen auch widerlegt.

Es erscheint mir vielmehr wahrscheinlich, daß bei unserer Patientin bereits ein für Basedowsche Krankheit prädisponierter Boden vorlag und zwar außerhalb der Schilddrüse, etwa in einer anderen Blutdrüse oder im Nervensystem, so daß bereits die vorübergehende Reizung der Schilddrüse und Steigerung der inneren Sekretion genügte, dort die Krankheit zu provozieren. Bekanntlich sind an der Erzeugung der Basedowschen Krankheit gewöhnlich mehrere Organe beteiligt[1]).

[1]) Vgl. z. B. den neuesten zusammenfassenden Bericht darüber von F. Chvostek: Zur Pathogenese des Morbus Barlowi. Wiener klinische Wochenschrift, 1914, S. 141.

Allgemein gesagt: wenn nach Röntgenbehandlung einer einfachen Struma am Organismus eine Reizwirkung in Form von Thyreoidismus eintritt und lange andauert — übrigens ein sehr seltener Fall — dann ist offenbar zunächst in der Schilddrüse eine Reizung entstanden (vorübergehende primäre Reizwirkung), die Reizung aber bald auf ein anderes, prädisponiertes Organ übergegangen, das hier in der Pathogenese der Basedowschen Krankheit eine besondere Rolle spielt, und in diesem seßhaft geworden (andauernde sekundäre Reizwirkung).

H. E. Schmidt berichtete über einen Fall von einfacher Struma mit angeblicher Entstehung von zum Tode führenden Basedowerscheinungen nach Röntgenbehandlung[1]).

Es handelte sich um eine 31jährige Frau mit einfacher Struma, Patientin erhielt zwölf Röntgenbestrahlungen, die Drüse wurde deutlich kleiner, die Atembeschwerden verschwanden vollkommen.

Zwei Jahre nach der letzten Röntgenbestrahlung traten bei neuerlicher Vergrößerung der Drüse Basedowerscheinungen auf: Exophthalmus, Tachykardie, Tremor, Magenschmerzen, nervöse Unruhe. Ein halbes Jahr später starb die Frau plötzlich an Herzschlag.

Schmidt erwähnt zunächst die Möglichkeit, daß hier die Basedowsche Erkrankung durch die Röntgenbestrahlungen entstanden sei und zwar „durch eine inzitierende sekretionssteigernde Wirkung der Strahlen auf die Drüsenzellen"; doch verwirft er diese Annahme aus mehreren Gründen: „eine solche inzitierende Wirkung der Röntgenstrahlen auf Drüsenzellen gibt es nicht", und vor allem liegen zwei Jahre zwischen dem Abschluß der Röntgenbehandlung und dem Auftreten einer neuerlichen Vergrößerung der Drüse mit Basedowerscheinungen. Der Fall ist also ohne Interesse, er hätte gar nicht unter dem genannten Titel und zu dem speziellen Zwecke publiziert werden sollen.

Bezüglich der **Technik** der Röntgenbehandlung der einfachen Struma ergibt sich aus den genannten Beobachtungen, daß zu Beginn ein vorsichtiges Vorgehen (kleine Dosen, Bestrahlungen der einzelnen Lappen der Drüse an auseinanderliegenden Tagen) angezeigt ist, damit keine heftigen Reizerscheinungen in Form von Thyreoidismus auftreten; nach einigen Wochen ist diese Gefahr vorüber und es ist nun wegen der geringen Radiosensibilität des Gewebes ein energisches Vorgehen (filtriertes, hartes Licht, große Dosen) anzuwenden. Stets ist vor Beginn der Behandlung auch die obere Brustregion mit Röntgenstrahlen zu untersuchen und bei Anwesenheit von intrathorazischen Teilen — sehr häufig vorhanden — ebenfalls energisch zu belichten.

Indikation. Man soll bei allen Strumen, auch bei großen, zervikalen und substernalen Strumen, speziell bei Bestehen von bedeutenden Atemstörungen mit Stridor zuerst einen Versuch mit Röntgenbehandlung machen.

Oft bleibt allerdings die Wirkung ungenügend und man muß zur Operation schreiten. Wenn vor einigen Jahren manche Chirurgen meinten, daß die Röntgenbehandlung zur Bildung von derbem Bindegewebe an der Oberfläche der Drüse mit stärkeren Adhäsionen an die Umgebung führt, daß die Schnitte stärker bluten und daß dadurch die Operation erschwert werde, so wurde dies seitdem bereits von der Mehrzahl der Chirurgen als nicht weiter in Betracht kommend erkannt.

Bei allen Rezidiven nach Strumektomien ist ebenfalls die Röntgenbehandlung angezeigt.

Das Auftreten von andauernder Basedowscher Krankheit durch die Röntgenbehandlung ist im allgemeinen nicht ernstlich zu befürchten, solche Fälle kommen nur äußerst selten vor, sie dürfen also vor der Anwendung jener Therapie nicht abhalten.

2. Basedowsche Erkrankung.

Auch bei Röntgenbehandlung der Basedowschen Erkrankung kann man nach den ersten Bestrahlungen der Schilddrüse — bald auftretend und meist rasch vorübergehend — eine Reizwirkung, und zwar eine Verschlechterung der vorhandenen Erscheinungen beobachten.

[1]) H. E. Schmidt. Ein Fall von letal verlaufendem Morbus Basedow nach Röntgenbehandlung einer indifferenten Struma, Fortschritte der Röntgenstrahlen, Band XIII, 1908, S. 324.



Auch dies wurde bereits von **Gilmer** hervorgehoben und erst kürzlich wieder von Belot[1]) besprochen. Ich habe derartige Störungen wiederholt beobachtet.

Fall 3.

Schwere Basedowsche Krankheit. Durch Röntgenbehandlung in der ersten Zeit Reizerscheinungen, später aber anhaltende, bedeutende Besserung.

Konstanze H., 52 Jahre alt. Anamnese 23. X. 1906. Seit 5—6 Jahren Erscheinungen von Basedowscher Krankheit mit graduellen Schwankungen, vor einem Jahre Zustand besonders schlecht: starke Diarrhöen und Abmagerung, Halsumfang 42 cm, dann Intermission. Seit $3^1/_2$ Monaten neuerdings Verschlechterung, besonders starkes Klopfen an allen Gefäßen, welches die Patientin am Schlaf hindert.

Befund. Magere kachektische Frau. Halsumfang $38^1/_2$ cm, Struma mäßig groß, besonders mittlerer und rechter Teil der Drüse vergrößert, sie ist ziemlich weich, pulsierend mit Schwirren und starken Geräuschen. Dyspnoë. Herz: Spitzenstoß außerhalb der Mamillarlinie, stark hebend, keine Geräusche. Starkes Herzklopfen, leichter Exophthalmus, etwas Zittern, Puls meist 120, momentan 104. Keine Diarrhöen.

Röntgenbehandlung vom 23. X. 1906 an. Schwache Bestrahlungen, mittelweiche Röhre, 1 cm Lederfilter, jede Woche eine Bestrahlung. Der Zustand war dabei wechselnd; der Halsumfang wurde zuerst größer (13. XI. 39 cm) und die nervösen Erscheinungen nahmen zu, später Verkleinerung der Drüse (27. XI. $37^1/_2$ cm) und leichte Besserung des Allgemeinzustandes. 11. I. 1907 sechste Bestrahlung (letzte), Halsumfang $37^1/_2$ cm, Puls noch sehr beschleunigt, Gefühl von Herzklopfen fast wie früher.

Wie mir der behandelnde Arzt nach Jahren mitteilte, trat nach Aussetzen der Röntgenbehandlung bedeutende Besserung ein, die Pulszahl wurde niedriger, das Gefühl von Klopfen hörte auf, Patientin fühlte sich kräftiger und konnte wieder schlafen; der günstige Zustand hielt nun an.

In diesem Falle von Basedowscher Krankheit wurde zwar während der Röntgenbehandlung wiederholt Verschlechterung des Zustandes beobachtet, dann erfolgte aber eine ausgiebige Besserung und diese war von Dauer; so war die Wirkung im ganzen eine sehr günstige, was um so wichtiger ist, als die Erscheinungen schwere gewesen waren und sonst keine Mittel geholfen hatten.

Die anfänglichen Störungen des Allgemeinzustandes nach den ersten Röntgenbestrahlungen bei Basedowscher Krankheit, besonders Unruhe, stärkere Tachykardie usw. entstehen offenbar nicht, wie Gilmer meint, einfach durch „Abbau der Jodverbindungen" in der bestrahlten Drüse, sondern durch eine eigentliche Reizung der Drüse, eine Steigerung der Zelltätigkeit und inneren Sekretion. Nach dieser Vorreaktion kommt es zur Herabsetzung der Zelltätigkeit und damit auch zu Besserung aller Erscheinungen.

Belot meint ebenfalls, daß die bei Basedowscher Krankheit zu Beginn der Röntgenbehandlung vorkommenden „toxischen Reaktionen", Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Durchfälle, stärkere Tachykardie durch eine vorübergehende Reizung der Drüse entstehen dürften, durch eine „toxische Hypersekretion".

Bei schweren Fällen mit schlechter Herztätigkeit ist eine auch nur vorübergehende Verschlechterung des Zustandes durch die Behandlung sehr unerwünscht; sie könnte einmal — wenn auch nur ausnahmsweise — bedrohlich werden; deshalb ist die Einhaltung einer gewissen Technik der Röntgenbehandlung anzuraten, darüber siehe weiter unten.

In manchen Fällen sieht man die Krankheit unter der Behandlung durch längere Zeit fortschreiten und zuweilen sogar zum Exitus gelangen; doch sind dies stets sehr schwere, vom Arzt bereits aufgegebene, jeder Therapie trotzende Fälle, hier könnte also die Behandlung nur mit Unrecht an dem üblen Verlaufe beschuldigt werden. Trotzdem sollen auch derartige Fälle aus meiner Beobachtung mitgeteilt werden.

Beispiele von Basedowscher Krankheit (Jod-Thyreoidismus) mit bösartigem Verlauf. Röntgenbehandlung nicht von gewünschter Wirkung.

Fall 4.

Sigmund L., 54 Jahre alt. Vor 24 Jahren syphilitische Infektion, vor kurzem Auftreten eines Ulcus an der Zunge. Es wurde nun eine ausgiebige Behandlung mit Sajodin vorgenommen, daraufhin

[1]) J. Belot, Traitement radiothérapique du Goitre exophtalmique, XVII. Internationaler med. Kongreß, London, August 1913, XXII. Section: Radiologie.



entwickelte sich ein Zustand von Thyreoidismus. Seit Jänner ist Patient um 35 Kilo abgemagert. Alle Maßnahmen gegen die Krankheit waren ohne Erfolg; Puls meist um 104, zuweilen steigend bis 120.

Befund 24. XI. 1913: Patient ist außerordentlich mager, sehr blaß, höchst unruhig und aufgeregt, starke Pulsation an den Karotiden, Schilddrüse nicht vergrößert. Blutbefund: Zahl der Erythrozyten fast normal, Hämoglobin 65%, Leukozyten etwas vermehrt.

Obwohl sich die Ärzte in einem Konsilium auch von der Röntgenbehandlung nicht viel versprachen, so wurde trotzdem ein Versuch beschlossen. Es wurden vom 25. XI. bis 29. XI. 13 4 Bestrahlungen gegeben, 2mal rechts und 2mal links, und zwar jedesmal mit hartem filtriertem Licht 2—4 X. Die Bestrahlungen hatten aber nicht die gewünschte Wirkung, der Puls wurde im Gegenteil zunächst noch schlechter, die Bestrahlungen wurden daher ausgesetzt. Die psychischen Störungen hielten auch weiterhin an, es bestanden schließlich sogar „Erscheinungen von progressiver Paralyse“ (wohl keine wirkliche progressive Paralyse!) und Patient starb am 31. XII. 1913.

Fall 5.

Agnes F., 62 Jahre alt. Seit langer Zeit Blähhals, seit 2 Jahren Atembeschwerden, seit Sommer Bronchialkatarrh, seit 14 Tagen fortschreitende, besorgniserregende Erscheinungen von Basedowscher Krankheit und zwar nach Jodbehandlung.

Befund 29. X. 1913: Sehr magere blasse Frau, aufgeregt, ängstlich, Puls arythmisch, um 110—120. Am Hals rechts eine geringe Vergrößerung der Schilddrüse, Drüsenlappen weich, verschieblich, links kein Lappen zu fühlen. Am Herzen reine Töne. Vorn an der Brust median leichte Dämpfung, „Angulus Ludovici“ links stark vorgetrieben, vermehrte Dorsalkyphose, keine Pulsdifferenz.

Röntgenbefund: Sehr große intrathorazische Struma rechts und zwar weit hinten gelegen.

Eine Röntgenbehandlung erschien nicht ganz aussichtslos, es wurden daher vom 29. X. an mit mehrtägigen Pausen Bestrahlungen gegeben, und zwar wurde sowohl die rechte Halsseite vorne samt der Infraklavikulargegend bestrahlt als auch die Interskapulargegend rechts und links, jede dieser Stellen wurde im ganzen 3mal belichtet — zusammen 9 Sitzungen, die Einzeldosen schwankten zwischen 5 und 10 x unter 3 mm Aluminium; letzte Sitzung 2. XII. 1913.

Verlauf. Die Patientin gab, wenn sie erschien, meist an, daß bald nach der vorausgegangenen Bestrahlung eine ganz besondere Unruhe und Schwäche eingetreten sei. Bei der Untersuchung zeigte sich der Befund gegen früher meist nicht deutlich verändert. Der Puls war stets niedrig und ungemein beschleunigt.

Auch nach Aussetzen der Behandlung wurde der Zustand nicht besser, sondern sogar noch schlechter, die Atemnot und Schwäche nahmen noch zu; am 15. XII. 1913 trat Exitus ein.

In diesen beiden Fällen traten nicht nur im Anschlusse an die Bestrahlungen vorübergehende Verschlimmerungen auf, sondern der Zustand verschlimmerte sich auch während der auf die letzte Bestrahlung folgenden Wochen noch weiter und es erfolgte endlich der Tod. Es wäre wohl nicht berechtigt, den üblen Ausgang als Wirkung der Röntgenbehandlung anzusehen; waren doch die Patienten schon vorher von den Ärzten aufgegeben, es wurde vielmehr offenbar der Verlauf durch die Behandlung nicht weiter beeinflußt.

Auch erscheint es nach der obengenannten heutigen Erkenntnis, daß in der Pathogenese der Basedowschen Krankheit keineswegs die Schilddrüse allein eine Rolle spielt, nicht auffallend, daß manche Fälle durch die Röntgenbehandlung, welche ja eine rein lokale ist, nicht genügend beeinflußt werden können. In unseren beiden Fällen handelte es sich um Basedowsche Erkrankung durch Jodbehandlung, vielleicht spielen gerade auch bei dieser Form neben der Thyreoidea noch mehrere andere Drüsen eine große Rolle. Man kennt allerdings auch umgekehrt Fälle von Jodthyreoidismus, die durch Röntgenbehandlung geheilt wurden.

Lehren für die Technik.

Von Gilmer wird bei Behandlung der Basedowschen Erkrankung vor energischer Behandlung gewarnt.

Gilmer l. c. S. 663: „Ich warne vor rasch aufeinander folgenden Bestrahlungen. Bei allen Fällen, bei denen ich mich verleiten ließ, in kurzen Zwischenräumen (alle 2—3 Tage) die ganze Serie von Bestrahlungen zu applizieren, erfolgte stets im Anfang eine Verschlechterung im Sinne einer Zunahme sämtlicher Basedowerscheinungen, 2mal sogar sehr bedeutende Verschlechterung. Erst nach einiger Zeit erfolgte dann die wohltätige Wirkung; in einem Falle blieb der Zustand leider schlechter wie vorher.“

Auch Belot zieht es vor, im Anfang behutsam vorzugehen, er bestrahlt die einzelnen Felder des Halses zunächst nicht unmittelbar nacheinander; erst später läßt er die Sitzungen rasch aufeinanderfolgen.



Belot verabreicht im Beginn die Sitzungen (jedesmal eine kräftige Bestrahlung einer der 3 Zonen des Halses mit filtriertem Licht, ungefähr 4 H.) in 5 bis 6tägigen Pausen, weil dann die Reizerscheinungen („toxischen Reaktionen") nur ganz schwach auftreten. „Man führt dadurch dem Organismus eine geringere Menge von Giften auf einmal zu und läßt ihm Zeit, sie zu eliminieren, bevor man ihm neue übergibt."

Ich möchte ebenfalls von energischem Vorgehen zu Beginn abraten, man soll die einzelnen Regionen des Halses etwa in zweitägigen Intervallen belichten und dabei stets weit unter der Maximaldose bleiben. Die nächsten Sitzungen folgen erst nach 1—2 Wochen. Man vermeidet dadurch stärkere Reizerscheinungen, verzögert allerdings auch die ausgiebige Besserung der Krankheit ein wenig — was aber gegen das erstgenannte Moment in den Hintergrund tritt. Später soll man in mehrwöchentlichen Intervallen Serien ziemlich starke Bestrahlungen geben, es sei denn daß sich die Haut durch frühes Auftreten von Erythem gegen Röntgenlicht als überempfindlich erweist — eine mäßige Überempfindlichkeit ist — wie zuerst Dohan fand — bei Basedowscher Krankheit die Regel. Wirken auch die neuerlichen Bestrahlungen ungenügend, so handelt es sich um einen für die Röntgenbehandlung ungeeigneten Fall (von der Schilddrüse aus nicht im gewünschten Sinne beeinflußbar!), und die Behandlung ist etwa nach 2 Monaten abzubrechen. Wollte man dagegen etwa wochenlang mit den Bestrahlungen nur zaghaft vorgehen, so wäre dies ein Fehler; man riskiert nämlich im weiteren Verlaufe der Behandlung mit stärkeren Bestrahlungen keine stärkeren nervösen Reizerscheinungen mehr; mit schwachen Belichtungen würde man nicht zum erreichbaren Erfolg gelangen.

Bezüglich der Frage, wie lange die Behandlung fortzusetzen ist, sei auf den trefflichen Rat von Béclère[1]) hingewiesen, vor allem die Beschaffenheit des Pulses zu berücksichtigen, und zwar die Frequenz und die Stabilität desselben; die Frequenz wird beim Liegen gezählt, die Stabilität nach dem brüsken Übergang zur sitzenden Stellung ermittelt. Wenn die Frequenz und Stabilität des Pulses nahezu normal sind, werden die Bestrahlungen ausgesetzt, selbst wenn der übrige Zustand, speziell der Halsumfang und Augenbefund noch keineswegs normal sind; erst bei eventueller späterer Verschlechterung des Pulses wird die Behandlung wieder aufgenommen.

Indikation und Stellung der Röntgenbehandlung zur Operation.

Die Erfolge, welche die Röntgenbehandlung bei der Basedowschen Krankheit hat, sind im ganzen sehr gute, die Versager in der Minderzahl. Diesbezüglich sollen die prägnanten Worte von Belot (1913) zitiert werden:

„Die Resultate, welche die Röntgenbehandlung bei der Basedowschen Krankheit gibt, können, trotz den gegenteiligen Behauptungen mancher Autoren, den Vergleich mit allen neueren Verfahren aushalten, selbst mit der chirurgischen Behandlung." Selbst in sehr schweren Fällen bringen die Strahlen Besserung, zuweilen sogar Heilung; „man ist dann Zeuge einer wahren Wiederauferstehung des Kranken". („On assiste ainsi à une véritable résurrection.")

In allen Fällen von Basedowscher Krankheit, auch wenn zufolge Hochgradigkeit der Erscheinungen, speziell sehr schlechter Herztätigkeit die Operation ins Auge gefaßt werden muß, soll man zunächst mit Röntgenstrahlen behandeln; man wird zwar damit zuweilen nur ungenügend auf das Leiden einwirken und daher dann zur Operation schreiten müssen, so daß die Röntgenbehandlung nur eine Vorbehandlung dargestellt hat; aber man hat damit meist bereits eine Besserung des Zustandes erzielt und dadurch die Chance, daß die Operation überlebt wird, gehoben.

Hier sollen die Worte, die kürzlich Nagelschmidt auf Grund zahlreicher Beobachtungen aussprach, hervorgehoben werden[2]):

---

[1]) A. Béclère, Diskussion zu Lyster, XVII. internationaler medizinischer Kongreß London, August 1913. 22. Sektion, Radiologie.

[2]) F. Nagelschmidt, Röntgenbehandlung von Struma und Basedow. Röntgentaschenbuch Band V, 1913, Seite 140.

„Es sollte kein einziger Fall von Basedow operiert werden, bei dem nicht vorher ein energischer Versuch mit Röntgenbehandlung gemacht wurde. Wird die Indikation zum chirurgischen Eingriff aufrechterhalten, so erreicht man zum mindesten, daß die Patienten durch die vorhergehende Röntgenbehandlung in bessere Allgemeinverhältnisse gebracht werden. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß die Mortalität des chirurgischen Eingriffes durch die Röntgenbehandlung wesentlich verringert werden wird."

Ebenso ist bei operierten, aber später rezidivierenden Fällen von Basedowscher Krankheit die Röntgenbehandlung angezeigt.

Aus dem Festungslazarett Graudenz, Chefarzt: Generaloberarzt Dr. Volkmann.

Röntgenographisches Verfahren zur Bestimmung des Sitzes eines in den Körper eingedrungenen Geschosses mit einfachen Hilfsmitteln.

Von

Dr. **Ernst Schulz**-Danzig, zurzeit Leiter der Röntgenstation.

Im folgenden soll ein röntgenographisches Verfahren beschrieben werden, mit welchem bei Steckschüssen mit einfachen Hilfsmitteln bestimmt werden kann:

1. derjenige Punkt der Haut, der bei einer ganz bestimmten Lage des Körpers senkrecht über dem Mittelpunkt des Geschosses liegt,
2. die Entfernung des Mittelpunkts des Geschosses von diesem Punkt.

Die Beschreibung eines solchen Verfahrens dürfte nicht überflüssig sein, da der Röntgenarzt im Kriege oft in Röntgenzimmern arbeiten wird, in denen die zur Bestimmung des Sitzes von Fremdkörpern konstruierten Vorrichtungen fehlen.

Zunächst sollen die mathematischen Grundlagen des Verfahrens erörtert werden.

In Figur 1 sind bezeichnet mit ABCD die Ecken einer photographischen Platte (Projektionsebene), mit F der Fokus (Projektionszentrum) einer Röntgenröhre, mit P und Q die Endpunkte eines Pfeils, mit G der Mittelpunkt eines Geschosses. Der Körperteil, in welchem das Geschoß steckt, ist auf der photographischen Platte liegend zu denken. Der Einfachheit halber ist er nicht gezeichnet worden. Der Pfeil liegt auf der Haut des Körperteils. Der Fokus F befindet sich senkrecht über dem Punkte P im Abstande $FP_1 = h$ von der photographischen Platte. P_1Q_1 ist die Zentralprojektion von PQ, G_1 die Zentralprojektion von G auf die Platte, H der Fußpunkt des Lotes z von G auf dieselbe. G_1J ist das Lot von G_1 auf P_1Q_1. Durch den Punkt G ist eine parallele Ebene zur photographischen Platte gelegt. Dieselbe schneidet die Kanten FJ und FP_1 der Pyramide G_1JP_1F in den Punkten J_1 und P_2. FP_2 hat die Länge $h - z$. GJ_1 ist mit x, J_1P_2 mit y bezeichnet.

Fig. 1.

Wie man ohne weiteres erkennt, sind die mit x, y und z bezeichneten Strecken die Koordinaten des Geschoßmittelpunktes G in bezug auf ein räumliches rechtwinkliges Koordinatensystem, dessen Anfangspunkt im Punkte P_1 der photographischen Platte liegt, dessen xy-Ebene mit der photographischen Platte und dessen Y-Achse mit P_1Q_1 zusammenfällt. Kann man diese Koordinaten berechnen, so ist die Lage des Geschoßmittelpunktes damit eindeutig bestimmt.

Für x und y ergeben sich mit Rücksicht auf die Ähnlichkeit der Pyramiden GJ_1P_2F und G_1JP_1F die Gleichungen

$$x = G_1J\frac{h-z}{h} = G_1J\left(1-\frac{z}{h}\right) \quad \ldots \quad 1)$$

$$y = JP_1\frac{h-z}{h} = JP_1\left(1-\frac{z}{h}\right) \quad \ldots \quad 2)$$

Um für z eine geeignete Gleichung zu finden, verfährt man folgendermaßen: Bei unveränderter Lage des Fokus F wird die photographische Platte zusammen mit dem auf ihr befindlichen das Geschoß enthaltenden Körperteil, dessen Lage zur Platte sich hierbei nicht ändern darf, in ihrer Ebene um eine beliebige Strecke verschoben. Durch die Verschiebung mögen die Ecken der Platte zu den Punkten $A_1B_1C_1D_1$ gelangt sein — siehe Figur 2.

Der Punkt G ist dann an die Stelle G_2, der Punkt G_1 an die Stelle G_3, der Punkt H an die Stelle H_1 gelangt. Die Zentralprojektion von G_2 auf die photographische Platte ist mit G_4 bezeichnet.

Fig. 2.

Wegen der Ähnlichkeit der Pyramiden $G_3G_4H_1G_2$ und $G_1G_4P_1F$ besteht die Gleichung

$$z = h\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4} \quad \ldots \quad 3)$$

Setzt man diesen Ausdruck in die Gleichungen 1) und 2) ein, so ergibt sich

$$x = G_1J\left(1-\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4}\right) \quad \ldots \quad 4)$$

$$y = JP_1\left(1-\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4}\right) \quad \ldots \quad 5)$$

Zusammengestellt lauten die Gleichungen für die rechtwinkligen Raumkoordinaten des Geschoßmittelpunkts also:

$$x = G_1J\left(1-\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4}\right)$$

$$y = JP_1\left(1-\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4}\right)$$

$$z = h\frac{G_3G_4}{G_1G_3+G_3G_4}$$

Man kann die Koordinaten des Geschoßmittelpunkts demnach berechnen, wenn man die fünf Größen G_1J, G_3G_4, G_1G_3, JP_1 und h kennt.

Soviel zum Verständnis des Verfahrens.

Praktisch verfährt man wie folgt: Zunächst biegt man von einem etwa 100 mm langen und 1,5 mm im Durchmesser haltenden geraden Draht das eine Ende zu einer kleinen runden Öse, während man dem anderen Ende durch Biegen die Gestalt einer Pfeilspitze gibt — siehe Figur 3.

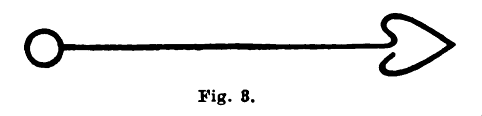


Fig. 3.

Nunmehr wird ein gewöhnlicher Aufnahmetisch mit wagerechter Platte so an die Wand des Röntgenzimmers gestellt, daß die eine Längsseite der Tischplatte die Wand berührt. Der Tisch muß so stehen, daß man ihn, wenn man auf die Wand blickt, in der Richtung von links nach rechts um etwa 200 mm verschieben kann. Diese Richtung wird an der Wand durch einen Pfeil bezeichnet. Nach diesen Vorbereitungen wird der Verwundete auf den Tisch gelegt und unter den Körperteil, in welchem das Geschoß steckt, eine photographische Platte geschoben. Dieselbe muß wagerecht liegen. Darauf wird der Drahtpfeil an einer beliebigen Stelle auf die Haut des zu untersuchenden Körperteils so aufgelegt, daß er nach derselben

Richtung zeigt wie der Pfeil an der Wand. Der senkrecht unter der Mitte der Ose liegende Punkt der Haut wird mit einem Kreuz, der senkrecht unter der Pfeilspitze liegende Punkt der Haut mit einem Punkt bezeichnet. Nunmehr wird die Röntgenröhre so eingestellt, daß der Fokus sich senkrecht über dem Mittelpunkt der Öse befindet. Der Abstand des Fokus von der Schichtseite der photographischen Platte wird beliebig gewählt, aber in mm gemessen. Damit hat man für die Größe h den Zahlenwert erhalten. Jetzt wird die Platte belichtet. Nach der Belichtung wird der auf die Haut gelegte Drahtpfeil fortgenommen und der Aufnahmetisch bei unverändert bleibender Lage des Körpers und der photographischen Platte zur Tischplatte in der durch den Pfeil an der Wand angegebenen Richtung längs der Wand um eine Strecke von etwa 100 bis 200 mm verschoben. Die Größe der Verschiebung wird in mm gemessen. Damit hat man den Zahlenwert für die Größe $G_1 G_3$ gewonnen. Nach Verschiebung des Tisches wird die Platte zum zweitenmal belichtet und dann entwickelt. Man sieht auf ihr von dem Körperteil und dem Geschoß zwei Bilder, von dem auf die Haut gelegten Drahtpfeil hingegen nur ein Bild, da derselbe nach der ersten Aufnahme entfernt wurde. Sobald die Platte trocken ist, werden auf ihr bestimmte Messungen und Zeichnungen vorgenommen. Zunächst bestimmt man in mm die Entfernungen mehrerer entsprechender Punkte der beiden Geschoßbilder und bildet aus ihnen das arithmetische Mittel. Die erhaltene Zahl stellt mit praktisch genügender Genauigkeit den Zahlenwert von $G_3 G_4$ dar. Darauf zieht man mit Bleistift auf der Schichtseite über die ganze Platte eine gerade Linie so, daß sie durch den Mittelpunkt des Bildes der Öse und durch das Bild der Spitze des Pfeils hindurchgeht. Senkrecht zu dieser Linie wird durch die Mitte des Bildes der Öse über die ganze Platte eine zweite gerade Linie gezogen. Durch diese beiden Linien ist auf der Platte ein rechtwinkliges Koordinatensystem entstanden. Als Y-Achse desselben wird diejenige Linie bezeichnet, welche mit dem Bilde des Pfeils zusammenfällt, als X-Achse die senkrecht zu ihr gezogene Linie. Jetzt wird das von der ersten

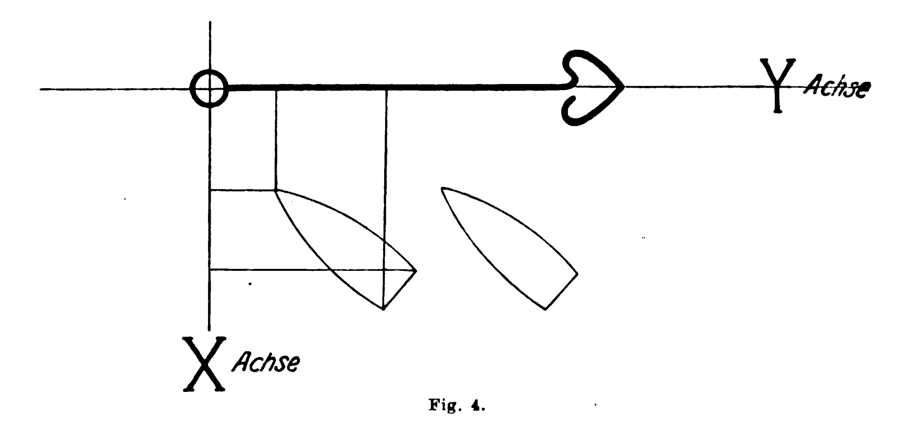


Fig. 4.

Aufnahme herrührende Bild des Geschosses aufgesucht. Zu diesem Zweck hält man die Platte so vor sich hin, daß diejenige Seite der Platte — Schichtseite oder Glasseite — dem Gesicht zugewandt ist, welche bei den Aufnahmen oben gelegen hat und das Bild des Pfeils nach rechts zeigt. Das von der ersten Aufnahme herrührende Bild des Geschosses ist dann stets dasjenige, welches am weitesten nach links zu gelegen ist. Jetzt fällt man von den beiden Punkten dieses Bildes, die von der Y-Achse den kleinsten und den größten Abstand haben, Lote auf dieselbe, mißt ihre Länge in mm und bildet aus den Maßzahlen, die in der üblichen Weise mit Vorzeichen versehen werden, das arithmetische Mittel. Genau dasselbe Verfahren wendet man dann in bezug auf die X-Achse an. Damit sind die Zahlenwerte von $G_1 J$ und $J P_1$ mit praktisch genügender Genauigkeit gewonnen. Das Aussehen einer in der angegebenen Weise behandelten Platte zeigt Figur 4.

Nunmehr werden die für $G_1 J$, $G_3 G_4$, $G_1 G_3$, $J P_1$ und h erhaltenen Zahlen in die für die Koordinaten des Geschoßmittelpunktes aufgestellten Gleichungen eingesetzt und damit letztere

in mm gefunden. Die Kenntnis der Koordinaten x und y gibt einem die Möglichkeit, denjenigen Punkt der Haut zu finden, welcher bei der während der Aufnahmen eingenommenen Lage des betreffenden Körperteils senkrecht über dem Geschoßmittelpunkt liegt. Man braucht nur in einer wagerechten Ebene über dem Körperteil ein rechtwinkliges Koordinatensystem so anzuordnen, daß der Anfangspunkt desselben senkrecht über dem Kreuz auf der Haut und die Y-Achse in derselben senkrechten Ebene liegt wie die Verbindungslinie von Kreuz und Punkt der Haut und in diesem Koordinatensystem den Punkt mit den Koordinaten x und y zu bestimmen. Der senkrecht unter diesem Punkt auf der Haut gelegene Punkt ist dann der gesuchte. Praktisch verfährt man zur Bestimmung desselben folgendermaßen: Aus x und y als Seiten wird auf Pappe ein Rechteck gezeichnet. Das Rechteck wird ausgeschnitten und sinngemäß auf die Haut des betreffenden Körperteils, der sich hierbei in derselben Lage befinden muß wie bei den Aufnahmen, wagerecht so aufgelegt, daß eine Ecke des Rechtecks senkrecht über dem Kreuz und die y-Seite in derselben senkrechten Ebene liegt wie die Verbindungslinie von Kreuz und Punkt der Haut. Der gesuchte Hautpunkt ist dann derjenige, der sich senkrecht unter der Ecke befindet, die der senkrecht über dem Kreuz liegenden Ecke diagonal gegenüberliegt. Diesen Punkt der Haut macht man zur Vermeidung von Verwechselungen mit den beiden anderen Punkten durch einen kleinen herumgezogenen Kreis kenntlich. Um zu bestimmen, wieviel mm senkrecht unter diesem Punkt der Geschoßmittelpunkt liegt, mißt man den Abstand des ersteren von der Schichtseite einer unter den Körperteil gelegten photographischen Platte in mm und zieht von der erhaltenen Zahl die für z gefundene Zahl ab.

Mit dem beschriebenen Verfahren wurden zunächst an einem Phantom Bestimmungen ausgeführt. Hierbei erwies es sich als durchaus zuverlässig. Seitdem gelangt es in allen unklaren Fällen von Steckschuß zur Anwendung. In denjenigen Fällen, die zur Operation kamen, wurde das Geschoß stets an der in der angegebenen Weise bestimmten Stelle gefunden.

Das Verfahren mag beim Lesen umständlich und zeitraubend erscheinen, ist es aber keineswegs. Hat man sich erst in dasselbe hineingedacht und es einige Male angewandt, so gebraucht man zu ihm nur einige Minuten mehr Zeit wie zu einer gewöhnlichen Aufnahme.

Schußverletzungen der Knochen im heutigen Kriege.

Von

Alban Köhler-Wiesbaden.

(Hierzu Tafel XXIII und XXIV.)

Der jetzige Krieg ist etwa der zehnte Krieg, in welchen von den Röntgenstrahlen Gebrauch gemacht wird. Zuletzt geschah es im Balkankrieg, vor diesem im Tripoliskriege, weiter zurück im Russisch-Japanischen Kriege 1904/05, im Herero- und Hottentottenaufstande 1904/07, im Burenkriege 1899/1900, im Spanisch-Amerikanischen Kriege 1898/99, im Sudanfeldzuge und Afridisaufstande 1897/98, im Griechisch-Türkischen Kriege 1897 und zuerst im Abessinischen Kriege 1896; in letzterem allerdings — es war kaum ein Jahr nach Entdeckung der Röntgenstrahlen — war kein Röntgenapparat im Felde gewesen, sondern die Italiener röntgenographierten ihre zurückgebrachten Verwundeten erst in den heimatlichen Lazaretten. Ausführlicheres über die Röntgenuntersuchungen Kriegsverletzter aus jenen Kriegen findet man nebst allem wissenwerten Anderen in dem ausführlichen Buche von Schjerning, Thöle und Voß[1]).

Wenn es heutzutage noch nötig sein sollte, irgendwelche Ärzte von dem speziellen Wert der Röntgenstrahlen bei der Untersuchung Kriegsverwundeter zu überzeugen, so ist das gewiß bei dem Leserkreise dieser Zeitschrift vollständig überflüssig.

[1]) Die Schußverletzungen im Kriege. Verlag Gräfe & Sillem-Hamburg. 2. Auflage 1913.

Bekannt ist vielleicht den meisten, daß die Röntgeninstrumentarien für den Gebrauch im Felde in den sogenannten Feldröntgenwagen untergebracht sind; jedes Armeekorps verfügt über einen solchen. Auf den Verbandplätzen können und sollen sie nicht verwandt werden, hier wäre auch keine Zeit für Röntgenuntersuchungen. Aber hinter der Front in den Feldlazaretten, noch besser in den Kriegslazaretten ist der Platz, wo sie am meisten nützen können. Die Feldröntgenwagen enthalten eine Dynamomaschine als Stromquelle (Nebenschlußdynamo mit vier Polschuhen), die einen Strom von 20 Ampère Stärke und 65 Volt Spannung liefert. Sie wird durch einen Benzinmotor angetrieben. Das Induktorium hat 45 Zentimeter Funkenlänge; die Unterbrechungen geschehen mittels elektrolytischen Unterbrechers.

Zweifellos kann die Mehrzahl aller Verwundeten mit größtem Vorteil aber erst in den Lazaretten der Heimat röntgenographiert werden. Hier ist der Röntgenapparat so unentbehrlich geworden, daß man sich in Gedanken kaum in eine Zeit zu versetzen vermag, in der Verwundete noch ohne dies wunderbare Hilfsmittel untersucht wurden, in die Zeit vor den Röntgenstrahlen.

Im folgenden sollen einige Erfahrungen niedergelegt werden, die Verfasser bisher an vielen hundert Röntgenuntersuchungen Schwer- und Leichtverletzter gemacht hat. Es handelt sich fast durchweg um Krieger, die im Süden Belgiens und in Frankreich verwundet wurden und bis Wiesbaden transportiert werden konnten. (Verfasser hatte auch schon seinerzeit hier Verwundete aus dem Russisch-Japanischen und aus dem Türkisch-Italienischen Kriege röntgenologisch untersucht).

Die Mehrzahl der Schüsse, besonders der Gewehrschüsse, betraf die linke Hand, linken Vorderarm, linken Ellenbogen und linken Oberarm, dann kam die linke Schulter, der Kopf, dabei sehr viele Unterkieferschüsse, Fuß, Unterschenkel, Oberschenkel, Hüfte, Bauch, rechte Schulter, sehr selten die rechte Hand. Über die Hälfte bis zwei Drittel der Verletzungen waren Durchschlager, der übrige Teil zeigte steckengebliebene Geschosse. Manche wiesen nur leichte Weichteilverletzungen auf. Die Einschußöffnung war fast immer in einigen Tagen reaktionslos zugeheilt, auch die Ausschußöffnung war nicht sonderlich groß, meist 3 bis 6 Zentimeter, jedenfalls kleiner, als man nach den oft bedeutenden Knochenverletzungen, sofern man nur das Röntgenbild sehen würde, vermuten könnte. Letztere war z. B. bei Fall Bild 8, Tafel XXIII nur 3×2 cm groß, bei Fall 7, Tafel XXIII Einschuß pfennigstück-, Ausschuß fünfmarkstückgroß. Von Amputationen ganzer oder halber Extremitäten habe ich, was die hiesigen Verwundeten (bisher gegen 2000 in Wiesbaden) anbetrifft, bisher noch nichts gehört, wobei natürlich berücksichtigt werden muß, daß Verwundete mit schweren Verletzungen, die Amputationen erheischen, kaum bis nach hier haben transportiert werden können, sondern meist noch in den Feld- und Kriegslazaretten liegen dürften, so daß Verfasser also keine statistischen Schlüsse aus dem Fehlen solcher Fälle hier ziehen kann. Doch ist es schon von den letzten Kriegen bekannt und habe ich es auch in diesem aus sachkundigem Munde gehört, daß sich Amputationen jetzt gegen früher viel seltener nötig erweisen. Todesfälle infolge der Verletzungen sind unter den rund 2000 Verwundeten vom 27. 8. 14 bis heute (4. 10. 14), also in fünf Wochen zehn zu verzeichnen, davon einige (drei bis vier) an Tetanus. Tetanus ist eine nicht seltene Komplikation, bekanntlich dadurch verursacht, daß Geschosse vor ihrem Eindringen in den menschlichen Körper häufig den Boden gestreift haben. Als Fortschritt gegen früher glänzt aber die Tatsache, daß es jetzt mit Hilfe von Magnesiumsulfat häufig gelingt, den Tetanus zu heilen.

Manche Verletzungen mit einfachem Durchschlagen der Geschosse ohne nennenswerte Knochenverletzungen heilten bald, so daß solche Leute nach einigen Wochen wieder an die Front geschickt werden konnten. Außer Schußverletzungen hat man auch häufig Soldaten mit Kontusionen, Brüchen und Verstauchungen infolge von Huftritt, Kolbenschlag, Sturz vom Pferde, Sprung aus großer Höhe, Fehltritt in Löcher u. ä. zu röntgenographieren, seltener rheumatische Erkrankungen; hier kommen — meist handelt es sich um ältere Offiziere — fast ausschließlich gichtisch deformierte Gelenke in Betracht.

Die Verwundeten kommen meist in tadellosen Schienenverbänden hier an, nur in den



letzten Tagen nach den Kämpfen im Zentrum der in Frankreich stehenden Schlachtfront kamen Leichtverwundete direkt von der Front manchmal in primitiv improvisierten Verbänden mit blutgetränkten Uniformen, mit Armschienen aus Baumästen und ähnlichen Notbehelfen.

Was die Schmerzhaftigkeit der Verletzungen anbetrifft, so klagen naturgemäß die mit Nervenverletzungen (meist Plexusbrachialis und Ischiadicus) am allermeisten, sodann die mit Zerschmetterungen des Humerus, wobei regelmäßig auch einer oder mehrere der Armnerven alteriert zu sein pflegten.

Daß natürlich unter typischen Verletzungen eine Unmenge Fälle vorkommen, bei denen das Geschoß, besonders Gewehrgeschosse, einen eigenartigen Verlauf genommen hat, ist nicht zu verwundern und meist nur zu verstehen, wenn man berücksichtigt, daß die meisten Verwundungen geschehen, wenn der Empfänger im Liegen schießt. So kommen Fälle vor, wo das Geschoß an der linken Schulter hinten oben eindringt und unter Streifung oder Zertrümmerung einiger Rippen ohne Lungenverletzung den Rücken entlang bis zu den Nates vordringt (so z. B. im Falle, von dem Fig. 2, Tafel XXIV einen Teil des Röntgenogramms mit Rippenbrüchen wiedergibt). Daher auch die vielen Verletzungen der im Schießen vorgehaltenen linken Hand und linken Oberarmes und Schulter, während die der rechten Extremität ganz erheblich seltener sind. Schwer ist es oft, sich den Gang des Geschosses nach Inspektion des Körperteils und der Röntgenogramme in zwei Richtungen zu rekonstruieren. Bei einer Anzahl meiner Röntgenogramme von Gewehrgeschossen sitzt das Geschoß mit der Spitze da, wo man die Basis vermuten sollte und umgekehrt. Daß sich das Geschoß nach Durchschlagen der Knochen, bevor es in den Weichteilen steckengeblieben, noch 180 Grad gedreht haben soll, will einem nicht sogleich einleuchten, und doch muß es Tatsache sein (s. Fig. 12 u. 13, Tafel XXIII). Wo ein durchschlagendes Geschoß den Knochen getroffen, sieht man oft kleinste Metallkrümel, die von dem Mantel (Nickel bei den englischen und älteren französischen Geschossen) herrühren, bei Schrapnellkugeln sieht man zuweilen größere Bleispritzer. Das gewöhnliche französische Infanteriegeschoß (massiv Kupfer) wird häufig mit hornförmig umgebogener Spitze angetroffen, das kann von leichtem Aufschlagen auf weiche Gegenstände (Erde, Holz), wahrscheinlicher aber durch Aufschlagen auf Knochen entstehen (s. Fig. 6, 9, 10, 15, Tafel XXIII).

Was Dumdumgeschosse anbetrifft, so sind eine große Menge solcher, die von Offizieren und Soldaten in der Umgebung von Longwy aufgelesen worden waren, durch meine Hände gegangen. (Während — nach Bruns — ursprünglich ein englisches Armeegeschoß aus dem indischen Kolonialkriege diesen Namen führte, ist die Bezeichnung mit der Zeit zu einem Sammelbegriff für alle Gewehrgeschosse geworden, deren Konstruktion eigens eine stärkere Verwundungsfähigkeit bezweckt.) Bei der einen Art ist die Spitze in Länge von etwa 5 mm maschinell entfernt und dann ein etwa 8 mm tiefes Loch maschinell hineingebohrt. Diese Manipulation muß, der Frische nach zu schließen, erst in den letzten Wochen vorgenommen sein. Der Verschluß an der Basis der Patrone trägt die Bezeichnung: „Art M 4. 97. Te S.“. Das Geschoß hat (1897) einen Nickelmantel. Die andere Art hat ein Geschoß, das nur aus einem 15 mm langen Hohlzylinder ohne Mantel besteht und sicher sehr grausam wirken muß. Die Geschosse sind, dem Aussehen nach, seinerzeit gleich in dieser Weise in der Waffenfabrik hergestellt worden. Sie tragen die Bezeichnung „Art D. 2. 08. At S I. Tir Bonnet“. Ob eine der Verwundungen, die ich untersuchte, von einem Dumdumgeschoß herrührt, vermag ich nicht zu sagen; es ist ja auch bekannt, daß man an einem im Körper gefundenen deformierten Geschoß kaum entscheiden kann, ob es vor dem Abschießen oder auf dem Wege vom Gewehr bis zum Ende des Schußkanals deformiert wurde. Und gerade bei den Verletzungen, die das Charakteristische der Verwundung — kleinen Einschuß, große trichterförmige Ausschußöffnung — zeigen, ist natürlich das Geschoß durchgeschlagen. Der sichere Beweis, daß mit Dumdumgeschossen tatsächlich geschossen worden ist, ist also nur zu erbringen, wenn einmal in einer reinen Weichteilwunde ein intaktes Dumdumgeschoß gefunden wird. Und das kann wiederum nur geschehen, wenn der Schuß aus ganz großer Entfernung abgegeben worden ist oder bereits

durch die Weichteile anderer Körper oder eines Pferdeleibes hindurchgegangen war. — Wenn in den vom Verfasser dargestellten Bildern eine Dumdumverletzung vorliegen sollte, so dürfte es am ehesten in Fig. 3, Tafel XXIV der Fall sein (s. Erklärung der Tafelfiguren).

Die Schrapnellkugeln, die bekanntlich aus Blei sind und keinen Mantel haben, fand ich selten deformiert, zuweilen nur durch Aufschlagen in ihrer Rundung an einer Stelle abgeplattet (s. Fig. 7, Tafel XXIV). Die deutschen aus Hartblei dürften sich noch seltener deformieren.

Die Mehrzahl der Granatsplitter maß an der längsten Stelle $2-2^1/_2$ cm, manchmal $3-3^1/_2$ cm, immerhin sind solche von 4—5 cm nicht ganz selten.

Die genaue Lokalisation der Geschosse und ihrer Splitter macht naturgemäß an Körperteilen, wo nur schwer zwei Aufnahmen in zueinander senkrechten Richtungen sich herstellen lassen, wie bei Schultern, Hüfte, Abdomen, erhebliche Schwierigkeiten, und man kommt bei solchen Fällen nur mit komplizierten zeitraubenden Manipulationen zurecht; zu empfehlen ist hier in erster Linie der Fürstenausche Zirkel, das Verfahren von Mackenzie-Davidson, vereinfacht nach Rumpel, und die Stereoskopie[1]). (In Erinnerung gebracht sei den röntgenologischen Anfängern, die jetzt neue Entdeckungen mit Anbringen irgendwelcher Metallmarken machen und publizieren wollen, daß es bereits 1904 gegen 100 verschiedene Lokalisationsmethoden gab, die mehr oder weniger taugen[2]).) Wenn der Chirurg trotz genauester Lagebestimmung seitens des Fachröntgenologen das betreffende Geschoß nicht findet, so pflegt, wie das ja jeder Röntgenolog seit Jahren bei Fremdkörpern zu hören bekommen gewohnt ist, der Chirurg das „irreführende" Röntgenbild anzuschuldigen, während gewöhnlich seine Fähigkeit, richtig die Projektionsverhältnisse zu beurteilen, nicht geübt genug ist. Dazu kommt die oft oberflächliche Wahl der Inzisionsstelle, die unter Zuhilfenahme der Röntgenbilder nicht, wie es zu geschehen pflegt, auf den Zentimeter oder gar halben Dezimeter, sondern genau auf den Millimeter berechnet werden muß, auch wenn das Corpus alienum noch so groß ist. Welchen kunstfehlerhaften Eindruck macht es auf uns Fachröntgenologen z. B. ferner, zu sehen, daß, — wenn man die Lage einer Schrapnellkugel oder eines Granatsplitters als am Schulterblatt oder der Darmbeinschaufel dicht anliegend bestimmt hat, ohne sagen zu können ob das Korpus außen oder innen vom Knochen sitzt, — der Chirurg seinerseits vor der Operation den Patienten vor seinen mangelhaften Röntgenapparat stellt und nun selbst bei der Durchleuchtung durch Drehung in allen Richtungen besser bestimmen zu können meint, ob das Geschoß vor oder hinter dem Knochen sitzt. Dem Patienten kann er ja nach erfolgloser Operation bequem sagen, das Geschoß müsse seit dem Abend vor der Operation weiter gewandert sein. Besser wäre es, wenn jeder Chirurg, selbst der mit dem besten Können, einsehen wollte, daß die operative Auffindung eines selbst großen Fremdkörpers bei Sitz in der Tiefe trotz absolut auf den Millimeter richtiger Röntgenlokalisierung zu den allergrößten Schwierigkeiten gehört und oft unmöglich ist, sein Auffinden vielmehr zuweilen Glückssache und nicht Verdienst des Operierenden ist. Kann er doch in der Wunde nicht mit dem Zentimetermaß messen und ist es zwecks Schonung lebenswichtiger Organteile meist nicht angängig, von der Inzisionsstelle aus in gerader Linie zum Corpus alienum vorzudringen. Sobald der Fremdkörper nicht groß ist

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Diese Ausführungen über Geschoßlokalisation stehen in reichlichem Gegensatz zu dem jüngst erschienenen Aufsatz von Holzknecht (Münch. med. Wochenschr., Nr. 45, 1914). Immerhin darf ich soviel sagen, daß ich beinahe jedes Wort der Hauptsätze Holzknechts unterschreiben würde — wenn eben die bekannten biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen nicht wären. Diese sind nun einmal nicht aus der Welt zu schaffen. Und wenn die Schutzvorrichtungen noch so dicht sind, einen absoluten Schutz gewähren sie nicht. Ein „völlig zureichender Schutz" ist aber hier ein sehr relativer Begriff. Völlig zureichend mag mit den heutigen besten Hilfsmitteln der Schutz für Untersucher sein, die nur selten oder nur während eines kurzen Krieges zu untersuchen haben; ob er für die Fachröntgenologen und Fachchirurgen auf die Dauer genügt, wage ich zu bezweifeln. Jedenfalls kann die gegenteilige Ansicht jetzt noch nicht apodiktisch und militärisch bestimmt abgefaßt werden. Zum mindesten läßt sich unter erfahrenen Fachleuten darüber streiten.

[2]) s. Schjerning, Thöle, Voß l. c.

und nicht direkt unter der Haut sitzt, ist das einzig richtige, den Patienten vor der Operation darauf aufmerksam zu machen, daß die Entfernung des Geschosses im Verlaufe der Operation sich vielleicht als unmöglich herausstellen könnte. Das Verlangen der Soldaten, auch der Offiziere, die Kugel entfernt zu wissen, ist unglaublich groß; weniger der Beschwerden wegen, die sie von der Kugel haben, als aus dem Grunde, daß sie ihren Bekannten das Geschoß zeigen möchten, das sie im Körper hatten. Wer an der Richtigkeit dieser Ansicht zweifelt, frage in den nächsten zehn Jahren irgendeinen Soldaten, dessen Geschoß entfernt worden ist, ob er es bei sich in der Tasche trage, und er wird immer ein „ja" als Antwort erhalten. Diesen menschlich verständlichen Gelüsten der Verwundeten kann jetzt leicht abgeholfen werden: Wo irgend angängig, erlaube der behandelnde Arzt, daß der Verwundete, dessen Geschoß besser nicht entfernt wird, einen kleinen Abzug seiner Röntgenaufnahme erhält. Das genügt den Soldaten in fast allen Fällen, wie man sich durch eine Probe überzeugen kann. Wenn das häufiger geschähe, würde manch unnützes Suchen vermieden.

Was die Heilungen der schweren Knochenverletzungen anbetrifft, so wird es interessant sein, die einzelnen Fälle nach 3—4 Monaten wieder zu röntgenographieren. Früher sieht man knöchernen Kallus bekanntlich nicht. Aus der Literatur der letzten Kriege ist ja bereits bekannt, daß selbst maximale Zersplitterungen, wie sie etwa Fig. 7 u. 8, Tafel XXIII zeigen, auffallend gut heilen. Voraussetzung ist dabei natürlich immer, daß der Kallus nicht um einen größeren Nerven herumwuchert.

Den ungeheueren Nutzen der Röntgenstrahlen sehe ich darin, daß er in Verbindung mit der Inspektion, Temperaturmessung, Funktions- und Sensibilitätsprüfung eine Beurteilung des Falles hinsichtlich seines ferneren Verlaufes in einer Weise erlaubt, wie sie früher im Entferntesten nicht denkbar war. Leichtverwundete kann man jetzt, gestützt auf den Röntgenbefund, viel früher wieder an die Front schicken ohne Besorgnis, die Verletzung unterschätzt zu haben. Früher ist es unmöglich gewesen zu unterscheiden, ob ein durchschlagendes Geschoß nur die Weichteile glatt durchschlagen oder auch Knochenfissuren, Infraktionen, Schußrinnen hinterlassen hatte. Prognostisch war das natürlich ein großer Unterschied und die Verantwortlichkeit zwang, im Zweifelsfall das Schlimmere anzunehmen und die Soldaten länger in Behandlung zu behalten, selbst wenn die Schußöffnungen glatt zugeheilt waren. Was mußte übrigens früher ein Patient gequält werden zwecks möglichst richtiger Beurteilung einer Knochenverletzung! Das hat jetzt fast ganz aufgehört. Wenn ferner die Sonde, dank der großen Verdienste von Bergmanns, in der größten Mehrzahl der Fälle noch nicht fortgefallen wäre, jetzt müßte sie entbehrlich sein. Ferner finden wir mit Hilfe der Röntgenstrahlen leicht die Ursachen der Verzögerung der Konsolidation von Knochenverletzungen, wir finden die Ursache und den Ort der Infektion eiternder Wunden sicherer. Das Operieren ist einfacher, zielbewußter und erfolgreicher geworden.

Erklärung der Tafelfiguren.

Es handelt sich hier lediglich um Verwundungen auf dem westlichen Kriegsschauplatz, Frankreich und Belgien. Die Verwundeten entstammten den verschiedenen Teillazaretten des Reserve-Lazaretts 1, Wiesbaden. Lazarettdirektor Generalarzt Dr. Edler, Chefarzt Oberstabsarzt Dr. Huesker. Die Geschosse, die auf den Röntgenbildern zu sehen sind, dürften fast alle französischer Herkunft sein. Im Text ist nur das zum Verständnis Allernötigste bemerkt. Selbstverständlich wurden bei den meisten Fällen, die hier durch ein Bild wiedergegeben sind, auch Aufnahmen in senkrechter Richtung dazu angefertigt.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Zertrümmerung der Diaphyse des 3. Metakarpus. Metallkrümel. Gewehrschuß. Einschußöffnung in der Mitte des Handrückens, Ausschußöffnung in der Hohlhand daumenwärts.

Fig. 2. Gewehrschuß durch die Grundphalange des 3. Fingers. Kanal mit Frakturen.

Fig. 3. Verstümmelung des 2., Abschuß des 3. Fingers. Granatschuß. Kleinere Metallsplitter in der Mittelhand. An der Basis des Zeigefingers tiefgehende Wunde.



Fig. 4. Schrapnellgeschoß in der Vola manus, Einschuß an der Kleinfingerseite. Die Kugel hat auf ihrem Wege in das proximale Ende des 5. Metakarpus eine Rinne gestanzt. Kugel war bequem zu entfernen. Schon die Schärfe des Umrisses zeigt, daß sie ganz nahe der photographischen Platte lag. Beweglichkeit des 4. und 5. Fingers beeinträchtigt.

Fig. 5 u. 6. Gewehrgeschoß mit umgebogener Spitze im Vorderarm. Zertrümmerung des Radius und der Ulna 7 cm vom Radiokarpalgelenk entfernt mit starker Dislokation der Ulnafragmente. (Die großen Schatten rühren von einem Schienenmetallbügel her.) Das Geschoß hatte die Haut daumenbreit eingerissen und fiel beinahe von selbst heraus, als seine Entfernung in Angriff genommen wurde.

Fig. 7. Zertrümmerung der Mitte des Humerus durch Gewehrschuß. Einschuß pfenniggroß; Ausschuß nur 5 cm im Durchmesser. 7 Wochen nach der Verletzung Einschuß ganz geheilt, Ausschuß bis auf geringen Defekt. Leichte Radialislähmung, Medianusgebiet auch beteiligt. Nach Ansicht eines Neurologen Nervennaht wahrscheinlich nicht nötig. (Nachtrag bei der Korrektur: Nervennaht ist inzwischen doch nötig geworden und vorgenommen; dabei wurden einige kleine Knochensplitter entfernt. Erneute Röntgenaufnahme 14 Wochen nach der Verletzung zeigt ein überraschend gutes Knochenbild; es sieht aus, als ob sich die einzelnen Fragmente wieder geordnet hätten und nahe an einander gerückt wären; außerdem guter knöcherner Callus vorhanden und keine Knochenatrophie.)

Fig. 8. Zertrümmerung der Mitte des Humerus durch Gewehrgeschoß. Einschußöffnung 1 cm, Ausschußöffnung nur 2×3 cm. Einschußöffnung bald, Ausschußöffnung nach 4 Wochen fast zugeheilt.

Fig. 9 u. 10. Gewehrgeschoß mit gekrümmter Spitze hinter dem Radius.

Fig. 11. Größerer Granatsplitter im Unterschenkel.

Fig. 12 u. 13. Gewehrgeschoß medial- und beugewärts vom Ellenbogengelenk. Kanalschuß durch den Radius mit langen Fissuren distalwärts. Man erwartet das Geschoß in umgekehrter Lage, Spitze proximal.

Fig. 14. Gewehrschuß durch Fibulaknöchel mit Schrägfraktur, kleinster Splitterung und Geschoßmantelresten im knöchernen Schußkanal.

Fig. 15. Gewehrgeschoß, stark gekrümmt, hinten lateral dem Kalkaneus anliegend.

Fig. 16. Schrapnellgeschoß im Kniegelenk; im Gelenk, wie die dorsale Aufnahme bewies.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Schrapnellgeschoß in Gegend der Spina scapulae; operativ entfernt. Sitz in der Fossa infraspinata.

Fig. 2. Durchtrennung mehrerer Rippen durch Gewehrgeschoß. Das Projektil war bei dem im Liegen feuernden Schützen hinten an der Schulter eingedrungen, den ganzen Rücken entlanggegangen und in der Gesäßmuskulatur steckengeblieben.

Fig. 3. Oberschenkel. Gewehrgeschoß maximal deformiert (Dumdum?) Einschußöffnung pfennigstückgroß. Es wurde zuerst ein Dumdumgeschoß angenommen, nach Orientierung aber in der Literatur, wo sich im Atlas Schjerning, Thöle, Voß, II. Auflage Fig. 79, Tafel XXI, ein ähnliches Bild von einem Normalgeschoß findet, die Diagnose Dumdumgeschoß wieder fallen gelassen; die Operation indessen zeigte, daß es sich um ein reines Bleigeschoß ohne Mantel handelte, also wohl als Dumdumgeschoß zu bezeichnen ist.

Fig. 4. Größerer Granatsplitter am Oberschenkel. Einschußöffnung klein; verheilt.

Fig. 5. Zertrümmerung des Unterkieferrandes durch Gewehr-Streifschuß. Infektion. Alle Splitter mußten entfernt werden.

Fig. 6. Gewehrgeschoß mit gekrümmter Spitze hat den Unterkiefer erheblich zertrümmert. Entfernung leicht gelungen. Glatte Heilung.

Fig. 7. Schrapnellgeschoß, vorn unten plattgedrückt, in der Oberkieferhöhle lagernd.

Fig. 8. Gewehrschußkanal von oben vorn rechts vom Nasenbein nach hinten unten außen an den Geschoßmantelresten deutlich zu verfolgen, in Höhe des 2. Processus spinosus ausgetreten.

Fig. 9. Zertrümmerung der Pfanne durch Geschoß. Metallspritzer im Oberarm. Einschuß im Rücken links neben der Wirbelsäule etwa in Höhe des 2. Brustwirbels. Ausschuß an der Außenseite der l. Schulter. 6 Wochen später: Arm kann ohne Mitbewegung des Schulterblattes aktiv 45 Grad gehoben werden, mit Schulterblatt 90 Grad hoch.

Fig. 10. Eigenartiger großer Metallschatten in Höhe der Darmbeinschaufel. Es dürfte sich um eine innere Schraube aus einer Schrapnellgranate handeln. Entfernung war unnötig.

Fig. 11 u. 12. Gewehrschuß durch das Femur oberhalb der Kondylen. Die Einschußöffnung in den Knochen ist gerade eben noch zu erkennen auf dem Dorsalbild 12, sie liegt lateral unmittelbar über dem Kniescheibenschatten. Die Ausschußöffnung hinten hat ein Stück Kortikalis abgehoben. Sonst keine Fissuren vom Knochenkanal ausgehend.



Aus der Universitätspoliklinik für Lungenleidende in Berlin (Direktor: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Max Wolff).

Über künstlichen Pneumothorax.

Von

Prof. **M. Wolff** und Dr. **Ehrlich.**

(Hierzu Tafel XXV bis XXIX.)

Die nachfolgenden Ausführungen über künstlichen Pneumothorax sind bereits kurz von Wolff auf dem IX. deutschen Röntgenkongreß (Berlin, Sitzung vom 29. März 1913) und auf dem XI. internationalen Tuberkulosekongreß (Berlin, 22. Oktober 1913) mitgeteilt.

Mit der ausführlichen Veröffentlichung haben wir gewartet, um erst nach längerer Zeit über die schließlichen Behandlungsresultate berichten zu können. Es ist das jetzt bei einer größeren Anzahl von Fällen nach Ablauf von 1 Jahr, $1^1/_2$—$2^1/_2$ Jahren möglich.

Die Kollapstherapie der Lunge durch künstlichen Pneumothorax sucht bekanntlich durch Ruhigstellung und Kompression der tuberkulös erkrankten Lunge vermittelst eingeführten N in die Pleura die Heilung herbeizuführen.

Es sind verschiedene Momente, durch die der künstliche Pneumothorax die tuberkulöse Erkrankung günstig beeinflußt: die verminderte Blutdurchströmung in der kollabierten Lunge; die daraus resultierende und zur konsekutiven Bindegewebsvermehrung führende Lymphstauung; die mit der erhöhten Tendenz zur Bindegewebsorganisation der tuberkulösen Herde einhergehende verminderte Bildung von Toxinen und die dadurch bedingte Entfieberung der Patienten mit Hebung des Allgemeinbefindens; schließlich die Verminderung der Sekretion in den Bronchien der ruhiggestellten und kollabierten Lunge und die dadurch verminderte Gefahr der Sputumaspiration mit Bildung neuer tuberkulöser Herde.

Das sind im wesentlichen die wirksamen Momente, durch die der artifizielle Pneumothorax die tuberkulösen Lungenerkrankungen günstig beeinflussen soll.

Wir haben seit Anfang Juli 1912 die Pneumothoraxoperation 44 mal ausgeführt, und zwar in 12 Fällen nach der Brauerschen Schnittmethode; in 32 Fällen wurde nach der einfacheren Forlaninischen Punktionsmethode behandelt.

Welche Methode die bessere ist, darüber ist viel diskutiert worden. Wir heben nur hervor, daß die beiden für die Schnittmethode angegebenen wesentlichen Vorzüge, nämlich 1. daß man sich nach Freilegung der Pleura sicher orientieren kann, ob ausgedehnte Verwachsungen derselben existieren, und 2. daß die Gefahr des Anstechens einer Vene und von Lufteintritt in dieselbe mit plötzlichem Tod durch Luftembolie bei Anwendung eines stumpfen Instrumentes vermieden wird, nach unserer Erfahrung nicht zutreffend sind. Wir sind, trotz sichtbarer Unbeweglichkeit der Lunge bei der Atmung an der durch Schnitt freigelegten Pleura doch wiederholt in einen freien Pleuraspalt bei der Punktion gelangt und konnten einen Pneumothorax anlegen, und zweitens ist bei vorsichtiger Beobachtung der nachfolgenden manometrischen Zeichen die angeblich größere Gefahr der Luftembolie bei der Forlaninischen Methode vermeidbar und auch in den 32 Fällen, die nach dieser Methode hintereinander operiert sind, vermieden worden.

Die in der Literatur verzeichneten Fälle von plötzlichem Tod durch Gasembolie bei der Pneumothoraxoperation fallen in der Tat auch durchaus nicht sämtlich der einfachen Punktionsmethode zur Last. Unter den 4 Todesfällen, die z. B. Brauer in seiner Arbeit auf Gasembolie zurückführt, sind 2 Fälle erst bei Nachfüllungen passiert, hätten also ebensogut auch nach der Brauerschen Methode eintreten können; 1 Todesfall ist vorgekommen, weil auf Grund des klinischen Befundes allein angenommen wurde, daß bereits eine Luftblase vorhanden war; dann



wurde die Punktion gemacht zur Vergrößerung des Pneumothorax; bei der Sektion war aber gar kein Pneumothorax vorhanden; ferner 1 Todesfall, bei dem keine manometrischen Schwankungen vor der Einlassung des N vorhanden waren.

Diese 4 Fälle, sowie auch andere in der Literatur verzeichnete Fälle von Luftembolie mit tödlichem Ausgang, der erst bei der Nachfüllung eintrat, fallen also nicht der Forlaninischen Methode zur Last.

Allerdings ist von uns bei allen zur Operation gelangenden Fällen mit besonderem Nachdruck auf die Manometerschwankungen geachtet worden. Erst dann, wenn nach Einführung der offenen Kanüle zunächst ein negativer Druck und dann die bekannten negativen und positiven Atemschwankungen in ausgiebiger Weise konstatiert wurden, ließen wir die Einblasung von N unter steter weiterer Manometerbeobachtung nachfolgen, denn nur dann hatten wir die Sicherheit, daß wir uns in einem freien Pleuraspalt befanden. Blieben die Schwankungen aus oder waren nicht deutlich, dann mußte man annehmen, daß an dieser Stelle Verwachsungen vorhanden waren; es wurde dann an dieser Stelle von der Injektion von N überhaupt Abstand genommen und wir versuchten, nicht selten mit Erfolg, sogleich an einer anderen Stelle unter Beobachtung der Manometerschwankungen die Pnnktion mit nachfolgender Einblasung von N.

Nach alledem wird die einfache Forlaninische Methode mit Punktion neuerdings mindestens ebenso oft empfohlen und ausgeführt, wie die Brauersche Schnittmethode.

Der intrapleurale Druck, unter dem operiert wurde, ist in fast allen Fällen ein sehr geringer gewesen, meist 1—3—5 mm Hg. Nur einige Male stieg er auf 10—15 mm. Einen derartig höheren Druck wandten wir nur an, wenn Verwachsungen gelöst werden sollten, welche eine Vergrößerung des Pneumothorax und infolgedessen den Lungenkollaps verhinderten.

Was die N.-Dosen anbetrifft, die eingeblasen wurden, so waren dieselben meist zu Anfang große, 800—1000 ccm, um schneller Lungenatelektase zu erzielen und etwaige Verwachsungen zu lösen. Erhebliche Beschwerden durch zu starke Verdrängung des Herzens und Medastinums haben wir nach diesen schon anfänglich großen Dosen nicht gesehen, später wurden die Dosen meist geringer und gingen auf 400—300 ccm herunter. Maßgebend dafür war der intrapleurale Druck. Wir sind aber doch im Laufe der vielfachen Nachfüllungen zu sehr großen Gesamtdosen bis zu 12000, 18000, 23000 ccm gelangt, wobei selbstverständlich immer zwischen den einzelnen Nachfüllungen mehr oder weniger Resorption von N. stattgefunden hatte.

Die Intervalle zwischen den einzelnen Nachfüllungen waren anfangs kurz, zwischen 2—4 Tagen, je länger hinaus, um so größer wurden die Intervalle, bis zu 28 Tagen und darüber.

Die Zeitdauer, die die Lunge durch Nachfüllungen unter dem Pneumothorax stehen soll, ist im Durchschnitt auf ein Jahr zu bemessen. Es ist besser, den Pneumothorax lieber etwas zu lange als zu kurze Zeit bestehen zu lassen. Die Patienten nach 4—5 Monaten zu entlassen, wie das von mancher Seite geschieht, halten wir für unrichtig.

Was die Indikationsstellung anbetrifft, so ist auch nach unseren Erfahrungen prinzipiell an dem alten Standpunkt festzuhalten, nach dem das Verfahren mit künstlichem Pneumothorax bei schwerer, chronisch verlaufender Lungentuberkulose berechtigt ist, wenn der tuberkulöse Prozeß in der Lunge einseitig ist.

Die Forderung, daß man überhaupt nur bei einseitiger Tuberkulose operieren soll, und zwar nur dann, wenn die andere Seite gesund ist, läßt sich allerdings nur sehr selten realisieren. Ganz frei von tuberkulösen Herden ist bei der typischen Lungenphthise der Erwachsenen, die wesentlich für die Behandlung mit Pneumothorax in Betracht kommt, die andere Lunge wohl nur äußerst selten, auch wenn klinisch, wie in vielen von uns operierten Fällen, nichts zu finden war. Wolff hat z. B. im vergangenen Jahre unter 45 sezierten tuberkulösen Lungen nicht ein einziges Mal nur auf einer Seite beschränkte Tuberkulose gesehen. Die meisten Operateure sind deshalb auch toleranter geworden und nicht mehr so streng in der Forderung der Einseitigkeit des Prozesses, sie geben zu, daß auch operiert werden darf, wenn



auf der anderen Seite wenig ausgedehnte tuberkulöse Prozesse nachweisbar sind. Wir haben mehrfach gesehen, daß solche kleine initiale Herde in der nicht operierten Lunge durch den künstlichen Pneumothorax sogar günstig beeinflußt wurden, insofern dieselben röntgenologisch heller und durchscheinender wurden und sich zurückbildeten und klinisch vorher vorhandene Spitzenkatarrhe verschwanden.

Wenn man also auch ganz bestimmte Vorschriften, bei welcher Ausdehnung des tuberkulösen Prozesses die Anwendung des künstlichen Pneumothorax noch zulässig ist, nicht geben kann und es der persönlichen Erfahrung überlassen muß, wie weit man bei doppelseitiger Erkrankung den Versuch wagen kann, die stärker affizierte Lunge zu operieren, so wird man doch bei operativem Eingreifen an erster Stelle an der Einseitigkeit oder möglichsten Einseitigkeit der Erkrankung festhalten müssen. Unter Berücksichtigung dieser Momente eignen sich chronisch verlaufende, zur Bindegewebsbildung neigende Prozesse am besten zur Pneumothoraxtherapie.

Kontraindikationen geben ausgedehnte feste Pleuraverwachsungen, welche die Möglichkeit der Anlegung eines genügend großen Pneumothorax zur Ruhigstellung der Lunge verhindern. Ein ganz sicherer Anhaltspunkt in allen Fällen aber dafür, ob die Pleurablätter in dieser Weise verwachsen sind oder nicht, ist weder klinisch noch röntgenologisch, noch sogar bei der Schnittführung bis auf die Pleura zu gewinnen. Im einzelnen Falle kann nur der Versuch endgültig entscheiden, ob die Möglichkeit einer genügenden Pneumothoraxbildung besteht.

Kavernen geben nach unserer Erfahrung, selbst wenn sie nicht sehr groß sind, keine sehr günstige Prognose in bezug auf Ausheilung, wie Röntgenbild und Sektion zeigten.

Über die Kontraindikation bei der gleichzeitigen Erkrankung anderer Organe (Darm, Kehlkopf, Nierentuberkulose) haben wir selbst keine Erfahrungen. Wir haben bisher solche Fälle von der Behandlung ausgeschlossen, wie dies auch von anderer Seite bisher geschehen ist, aber nicht mehr allseitig geschieht.

Was nun den klinischen Verlauf in unseren Fällen bei künstlichem Pneumothorax anbetrifft, so haben wir bisher niemals nach dem operativen Pneumothorax derartig schwere akute Erscheinungen gesehen, wie solche bei spontanem Pneumothorax bei Lungenphthise bekannt sind. Der klinische Verlauf nach operativem Pneumothorax ist bisher fast immer ein ziemlich milder gewesen: Schmerzen, Atembeschwerden, Pulsfrequenz hielten sich, falls solche überhaupt eintraten, fast immer innerhalb mäßiger Grenzen. Das nicht selten nach der ersten Operation eintretende Fieber, das wahrscheinlich als eine Tuberkulinreaktion anzusehen ist, bedingt durch die in den Kreislauf aufgenommenen Toxine aus der Kollapslunge, verschwand nach wenigen Tagen. Nur dreimal haben wir etwas schwereren, aber bald vorübergehenden Kollaps nach der Operation gesehen, der gleich bei Beginn der Füllung eintrat, als noch sehr wenig N. eingeblasen war und wahrscheinlich auf Pleurareflexe zurückzuführen ist. Daß wir keinen plötzlichen Todesfall durch Luftembolie, wie solcher in einer Anzahl von Fällen bekannt ist, glücklicherweise zu verzeichnen haben, ist bereits erwähnt worden. Bisweilen haben wir durch Druck auf den Magen Brechneigung und Erbrechen nach der Füllung beobachtet. Die Verdrängung des Herzens und Mediastinums nach der gesunden Seite, der einseitige Tiefstand des Zwerchfells auf der behandelten Seite haben selbst bei ziemlich hochgradiger Verdrängung meist keine Beschwerden verursacht; der Organismus fand eben Zeit, sich zwischen den einzelnen Einblasungen auf die veränderten Verhältnisse einzustellen.

Als Komplikation nach dem operativen Pneumothorax haben wir mehrfach Hautemphysem, auf die Wunde beschränkt, aber auch über die operierte Thoraxhälfte bis über die Klavikula sich fortsetzend, gesehen. Dasselbe verlor sich nach einigen Tagen, ohne schwerere Störungen zu machen. In einer erheblichen Anzahl von Fällen, aber immer erst nach wiederholten Einblasungen, stellten sich, wie auch bei anderen Beobachtern, an der operierten Thoraxseite seröse pleuritische Exsudate ein, die schadlos waren und sogar den therapeutischen Zweck des Pneumothorax unterstützten. Wir kommen darauf bei den einzelnen Fällen noch zurück.

Von größter Wichtigkeit für die Behandlung mit künstlichem Pneumothorax ist die stete Kontrolle durch Röntgenbeobachtung, um den Effekt der Einblasung, die Intensität der Lungenretraktion, die Größe der Verdrängung des Herzens und Mediastinums und die Zeit der Nachfüllung zu bestimmen.

Wir geben hier zunächst einige Typen von künstlichem Pneumothorax, und zwar zuerst solche Fälle, bei denen es sehr leicht gelungen ist, klinisch sowohl als röntgenologisch einen großen Pneumothorax zu erreichen, der die ganze Brusthälfte ausfüllte und die Lunge vollkommen atelektatisch machte. Es sind dies alles solche Fälle, in denen Pleuraverwachsungen entweder ganz fehlten oder die pleuritischen Adhäsionen leicht dehnbar, leicht löslich und leicht zerreißbar waren.

Der erste Fall betrifft eine 26jährige Patientin, Frl. Gr., krank seit $1^1/_2$ Jahren mit Husten, Auswurf, reichlich Bazillen, Fieber, sehr elend aussehend, Gewicht 50,6 kg.

15. 7. 12. Das erste Bild vor der Operation, Tafel XXV, Fig. 1, zeigt l. eine ausgedehnte Verschattung, in der einzelne Schattenknoten hervortreten, ferner l. eine Kaverne mit deutlichem Schattenring. R. Lunge marmoriert.

Klinisch: Infiltration des l. Oberlappens, Dämpfung, bronchiales Atmen, feuchtes Rasseln da, wo der Schattenherd sich befindet. R. Lunge klinisch frei.

16. 7. 12. Die Operation wird nach Brauer ausgeführt in der l. mittleren Axillarlinie. Bei der Operation werden 900 ccm injiziert unter Druck von 3 mm Hg.

26. 7. 12. Tafel XXV, Fig. 2. Bereits nach der zweiten Nachfüllung, 10 Tage nach der Operation, nach im ganzen 1850 ccm N., l. ein ziemlich breiter heller Luftraum von der Spitze bis fast zur Basis reichend, die Lunge bereits so komprimiert, daß sie nur als ein ziemlich schmaler kontinuierlicher Schatten l. neben der Wirbelsäule sichtbar ist. Herz etwas nach rechts verdrängt, liegt wesentlich hinter dem Mittelschatten. Die r. nicht operierte Lunge dunkler als vor der Operation. Klinisch ist ebenfalls bereits nach der zweiten Nachfüllung ein erheblicher linksseitiger Pneumothorax nachweisbar.

10. 9. 12. Beinahe zwei Monate nach der Operation, nach der 7. Nachfüllung, im ganzen nach 6200 ccm N. l. großer Pneumothorax, Rippenschatten darin aufgehellt. L. Lunge noch stärker an die Wirbelsäule gedrängt, Herz weiter nach r. verschoben, bereits in der r. Thoraxhälfte hervortretend, aber noch schmal. Allgemeinbefinden der Patientin sehr gebessert, kein Fieber, wenig Husten, Bazillen verschwunden.

1. 11. 12. $3^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 10. Nachfüllung, im ganzen nach 7950 ccm N. Sehr großer Pneumothorax, Lunge noch mehr an die Wirbelsäule herangedrängt, Herz und Mediastinum nach r. verschoben.

3. 2. 12. Tafel XXV, Fig. 3. $6^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 14. Nachfüllung, im ganzen nach 10000 ccm N. Pneumothorax erheblich breiter und heller als sub Bild 2; Spitzenschatten deutlich heller und kleiner; die r. Lunge noch dunkler geworden

Klinisch l. vorn und l. hinten überall lauter Schall und kein Atemgeräusch hörbar, nur supraklavikular und supraspinat noch sehr schwaches Atmen zu hören.

Die weiteren Durchleuchtungen nach der 15.—17. Nachfüllung sowie die weitere klinische Untersuchung ergaben keine Veränderungen. Es wird deshalb etwa $9^1/_2$ Monate nach der Operation, nachdem 17 Nachfüllungen gemacht worden sind, der Pneumothorax der Selbstresorption überlassen.

Es folgen jetzt die Bilder nach der Selbstresorption.

20. 5. 13. Tafel XXV, Fig. 4. 10 Monate nach der Operation, 3 Wochen seit der Selbstresorption; Pneumothorax erheblich kleiner und schmaler geworden, l. Lunge fängt an, sich wieder auszudehnen und ist als dunkler Stumpf am l. Herzen und weiter hinauf neben der Wirbelsäule sichtbar. Herz wieder fast in seine normale linksseitige Lage zurückgegangen; r. Lunge wieder heller geworden.

11. 7. 13. 12 Monate nach der Operation, beinahe $2^1/_2$ Monate seit der Selbstresorption. Der Pneumothorax noch kleiner geworden, der Lungenstumpf neben dem Herzen ist größer und durchsichtiger geworden; der neben der Wirbelsäule gelegene Teil der Lunge hat sich ebenfalls etwas ausgedehnt. Man erkennt deutlich bei der Durchleuchtung, daß die linke während $9^1/_2$ Monate durch den Pneumothorax komprimierte und ausgeschaltete Lunge an dem wieder ausgedehnten Lungenteil neben dem Herzen wieder anfängt in Funktion zu treten und in- und exspiratorische Atembewegungen zu machen. Die starke Marmorierung der r. Lunge ist verschwunden.

12. 8. 13. Tafel XXV, Fig. 5. 13 Monate nach der Operation, $3^1/_2$ Monate, nachdem der Pneumothorax der Selbstresorption überlassen ist. Der Pneumothorax ist wesentlich nur noch supra- und intraklavikulär sichtbar; Lunge sowohl neben dem Herzen als auch höher hinauf neben der Wirbelsäule noch mehr ausgedehnt. Von dem großen Infiltrationsherd l. oben vor der Operation, ebenso



von der Kaverne ist nichts mehr zu sehen, trotzdem die l. Lunge bereits ziemlich weit in den linken Thoraxraum hineinreicht, also die Infiltration nicht bloß verborgen sein kann, weil die Lunge noch nicht ausgedehnt ist. Die Marmorierung der r. Lunge bleibt verschwunden.

16. 9. 13. Tafel XXV, Fig. 6. 14 Monate nach der Operation, $4^1/_2$ Monate, nachdem der Pneumothorax der Selbstresorption überlassen ist. Der Pneumothorax ist bis auf einen kleinen Rest zurückgegangen, derselbe ist nur noch supraklavikulär angedeutet; von der Kaverne und dem großen aus einzelnen Schattenknoten zusammengesetzten Schattenherd, vor der Operation l. oben in der Klavikulargegend, ist auch jetzt nichts mehr zu sehen. An der Stelle, wo früher die Kaverne lag, sieht man jetzt einen dicken Bindegewebsstrang. Die wieder ausgedehnte l. Lunge füllt den ganzen l. Thoraxraum aus. Die l. Lunge selbst ist viel dunkler und undurchsichtiger als die r. infolge von Bindegewebsbildung in derselben.

10. 2. 14. Tafel XXV, Fig. 7. 19 Monate nach der Operation, $9^1/_2$ Monate, nachdem der Pneumothorax der Selbstresorption überlassen ist. Pneumothorax verschwunden, Kaverne bleibt verschwunden. In der diffusen Verschattung beginnen sich größere hellere Stellen und Bindegewebszüge zu zeigen. Allgemeinbefinden gut, kein Husten, kein Auswurf, kein Fieber, ganz arbeitsfähig.

Lungen: l. hinten supraspinat Verkürzung, von der Spina ab nach unten heller werdend, wenig abgeschwächtes vesikuläres Inspirium, bronchiales Exspirium; weiter abwärts lautes vesikuläres Atmen, welches kaum mehr schwächer als rechts ist. L. vorn Verkürzung bis zur Basis, supraklavikulär broncho-vesikuläres Atmen, weiter abwärts etwas abgeschwächtes vesikuläres Atmen, ohne Katarrh. R. überall Lungenschall, vesikuläres Atmen.

5. 6. 14. Klinisch ist die l. Lunge fast überall wieder in Funktion getreten. Man hört fast über der ganzen operierten Seite sowohl vorn wie hinten vesikuläres etwas rauhes Atmen durch, das nur in der Spitze noch etwas schwächer, sonst überall ebenso laut ist als r. Besonders hervorzuheben ist, daß von der vor der Operation klinisch nachweisbaren ausgedehnten Infiltration des l. Oberlappens mit Dämpfung, feuchtem Katarrh, bronchialem Atmen nichts mehr zu hören ist.

Das Allgemeinbefinden der Patientin ist sehr gut, kein Fieber, kein Auswurf, keine Bazillen, Gewicht 55 kg. Patientin arbeitet angestrengt.

Wir können diese Patientin nach 22monatlicher Beobachtung als in völligem Stillstand des Tuberkuloseprozesses befindlich ansprechen; sie bleibt noch in weiterer Beobachtung.

Außer dem eben mitgeteilten Fall haben wir noch eine ganze Anzahl von anderen, welche noch in Behandlung stehen, bei denen es ebenfalls sehr leicht gelungen ist, durch Stickstoffeinblasung sowohl klinisch als im Röntgenbild einen großen Pneumothorax zu erreichen, der fast die ganze Thoraxhälfte ausfüllte und die Lunge atelektatisch machte.

Fräulein N., 27 Jahre alt, seit $1^1/_2$ Jahren krank mit Husten und Auswurf, 6 Monate in der Heilanstalt zu Beelitz behandelt.

Patientin ist gut genährt, wiegt $69^1/_2$ kg, ausgesprochene Skoliose, reichlich Bazillen im Auswurf.

24. 4. 13. Das erste Bild vor der Operation (Tafel XXV, Fig. 8) zeigt links oben starke Schattenbildung mit Andeutung einer Kaverne in der Klavikulargegend, weiter abwärts Schattenbildung mit mehrfachen Einzelknoten.

Rechte Spitze frei. Einzelne Schattenknoten vorwiegend zwischen dem 6. bis 8. Interkostalraum.

Klinisch: L. vorn Dämpfung supra- und infraklavikular; hinten Dämpfung supraspinat bis zum Angulus, dortselbst reichlich feuchter Katarrh, abgeschwächtes Atmen.

Rechte Lunge: Scharfes Vesikuläratmen, sonst ohne Befund.

29. 4. 13. Operation nach Forlanini. 700 ccm N. Druck + 1 mm Hg.

3. 5. 13. Schon nach der ersten Nachfüllung, 4 Tage nach der Operation, im ganzen nach 1400 ccm N. ist links ein breiter, von der Spitze bis zur Basis reichender Pneumothorax sichtbar. Die Lunge ist gegen die Wirbelsäule gedrängt zeigt aber noch breite Adhäsionen an der Spitze und an der Basis. Kaverne l. ist deutlicher in der Gegend des Sternoklavikulargelenks. Herz nach rechts gedrängt. Rechte Lunge erheblich dunkler geworden.

Klinisch ist ebenfalls bereits nach der ersten Nachfüllung Pneumothorax deutlich nachweisbar.

21. 5. 13. Tafel XXVI, Fig. 9. Nach der 3. Nachfüllung, 4 Wochen nach der Operation, nach im ganzen 2600 ccm N., Pneumothorax ausgedehnter; Lungenschatten ziemlich schmal und hell; Kaverne in der Klavikulargegend eiförmig. Herz nach rechts verschoben.

Klinisch: L. überall lauter Schall, schwaches Atmen; r. ohne Besonderheiten.

21. 6. 13. Nach der 6. Nachfüllung, fast 2 Monate nach der Operation, im ganzen nach 4300 ccm, Pneumothorax noch größer, Lungenschatten noch schmaler, Kaverne nur noch in ihrem lateralen Teile sichtbar. Herz und Mediastinum noch mehr nach rechts verschoben.

10. 9. 13. Nach der 15. Füllung, 4½ Monate nach der Operation, nach im ganzen 8400 ccm N; der Pneumothorax noch größer geworden; die Lunge ist nur noch als schmaler Streifen neben der Wirbelsäule sichtbar. Patientin fühlt sich viel wohler, als vor der Operation.

28. 2. 14. Tafel XXVI, Fig. 10, Pneumothorax größer; die Lunge im linken Thoraxraum neben der Wirbelsäule nur noch als ganz schmaler Schatten sichtbar. Allgemeinbefinden gut. Auswurf und Husten noch etwas vorhanden, kein Fieber; 71,1 kg.

Klinisch: L. hinten leichte tympanitische Verkürzung bis zur Mitte des Interskapularraumes. Von da ab nach unten und seitlich lauter Schall, über der Verkürzung schwach amphorisches Atmen, weiter abwärts kein Atmen hörbar.

L. vorn lauter Schall; supraklavikular schwach amphorisches Atmen, weiter abwärts kein Atmen R. überall vesikuläres rauhes Atmen, interskapular spärlicher Katarrh.

Fall 3. P. K. In diesem Falle ist der Pneumothorax bereits nach der ersten Füllung deutlich sichtbar und nach der 3. Füllung sehr ausgedehnt.

13. 12. 13. Das erste Bild vor der Operation (Tafel XXVI, Fig. 11). Linke Seite ist im ganzen leicht verschattet und gefleckt. Von der Hilusgegend ziehen mehrfache Schattenstreifen nach oben. Linke Spitze dunkler als rechts. Rechte Seite im wesentlichen frei.

Klinisch vor der Operation: L. hinten Verkürzung bis zum unteren Ende der Spina; von da ab Lungenschall; über der Verkürzung schwaches vesikuläres Atmen und Katarrh.

L. vorn supra- und infraklavikular, bis zur 3. Rippe Schallverkürzung, schwaches Versikularatmen und Katarrh, der besonders infraklavikular sehr reichlich ist.

R. Lungenschall, etwas rauhes Atmen. Tbc. im Auswurf.

13. 12. 13. Operation nach Forlanini. Deutlicher negativer Druck, wenig Atmungsschwankungen. 600 ccm Stickstoff + 2 mm Hg. Nach der Operation wird sehr viel Auswurf entleert.

17. 12. 13. Bereits nach der ersten Nachfüllung, also 4 Tage nach der Operation, nach im ganzen 1100 ccm N., ist bei der Durchleuchtung supra- und infraklavikular ein deutlicher Pneumothorax zu sehen, der klinisch in noch viel größerer Ausdehnung nachzuweisen ist.

Nach der 3. Nachfüllung am 28. 12., nach im ganzen 2150 ccm N., ist der Pneumothorax sehr ausgedehnt, sowohl klinisch als bei der Durchleuchtung nachzuweisen. Das Bild ist bereits im wesentlichen dasselbe, wie nach der 6. Füllung am 17. 1. 14, nach im ganzen 4050 ccm N.

17. 1. 14. Dieses Bild (Tafel XXVI, Fig. 12) nach der 6. Füllung zeigt deutlichen Pneumothorax von der Spitze bis zur Basis. Die Lunge, nach der Wirbelsäule und etwas nach unten gedrängt, ist als breiter Schatten sichtbar. Kaverne im 5. und 6. Interkostalraum deutlich zu sehen. In der Nähe der Kaverne Adhäsionsstreifen nach außen ziehend. Herz und Mediastinum etwas nach rechts gedrängt.

Rechte Lunge dunkler und marmoriert geworden.

Klinisch: Noch viel Husten, 60 kg. L. hinten supraspinat lauter, aber nicht sehr tiefer Schall. Von der Spina bis zur Basis nach abwärts und nach außen bis zur Skapularlinie tympanitische Verkürzung. Seitlich lauter, tiefer Schall, überall abgeschwächtes vesikuläres Atmen hörbar.

L. vorn lauter Schall, schwaches vesikuläres Atmen; Spitzenstoß einen Finger breit medianwärts von der Mammillarlinie zu fühlen.

21. 2. 14. Das Röntgenbild (Tafel XXVI, Fig. 13) nach der 11. Nachfüllung, im ganzen nach 7550 ccm N., zeigt den Pneumothorax erheblich größer und den Lungenschatten viel schmaler. Kaverne nur noch schwach angedeutet. Der Adhäsionsstreifen in der Gegend der Kaverne schmaler, aber noch sichtbar. Herz und Mediastinum mehr nach rechts verschoben, rechte Lunge noch dunkler.

Klinisch: L. hinten supraspinat lauter, tiefer Schall; von der Spina bis zum Angulus Schallverkürzung, von da ab bis zur Lungenbasis und in der Seitenwand lauter, tiefer Schall. Supraspinat schwaches amphorisches Atmen, weiter abwärts schwaches vesikuläres Atmen. Rechts: Lungenschall, rauhes vesikuläres Atmen.

Allgemeinbefinden gut; Husten und Auswurf viel geringer. 57,5 kg.

22. 5. 14. Klinisch und im Röntgenbild besteht derselbe Befund, nachdem etwa alle 14 Tage Nachfüllungen von 600 ccm gemacht worden sind.

So leicht aber, wie in den bisher mitgeteilten Fällen, gelingt die Herstellung eines totalen Pneumothorax, der die ganze Thoraxhälfte ausfüllt und die Lunge zum vollkommenen Kollaps bringt, nicht immer. Es gibt Fälle, in denen nur sehr allmählich und mit größter Mühe, nach zahlreichen Füllungen, klinisch sowohl als auch im Röntgenbild der Pneumothorax nachweisbar wird.

Es sind dies Fälle, in denen nicht, wie in den bisherigen, Pleuraverwachsungen entweder völlig fehlten, oder nur leicht zerreißliche Adhäsionen vorhanden sind, sondern Fälle bei denen, wie so häufig bei Tuberkulose älteren Datums, die Pleurablätter durch feste strangförmige oder



durch ausgedehnte flächenhafte Adhäsionen, am häufigsten in der Spitze und im Oberlappen, miteinander verwachsen waren. Gelingt es in einem solchen Fall, die adhärenten Stellen zu vermeiden und in einen freien Pleuraspalt mit der Kanüle einzudringen, so kommt es nach der Einspritzung von N. doch nur zur Bildung eines beschränkten partiellen Pneumothorax, der öfter noch durch mehrfach hindurchziehende Adhäsionsstreifen in mehrere Kammern geteilt sein kann (mehrkammeriger Pneumothorax).

Ein derartiger, durch Adhäsionen beschränkter Pneumothorax bringt auch nur einen beschränkten Lungenkollaps zustande und vereitelt dadurch den Effekt der Pneumothoraxtherapie.

Ein solches Beispiel von partiellem Pneumothorax, und zwar von wesentlich einkammerigem, zeigt folgender Fall.

Frau Br., 32 Jahre, keine Heredität; krank seit einem Jahr mit Husten und Auswurf, reichlich Bazillen. Gewicht 50,5 kg. Früher anderweitig mit 50 Tuberkulineinspritzungen behandelt.

11. 3. 13. Das erste Bild vor der Operation (Tafel XXVI, Fig. 14) zeigt rechts oben diffuse Schattenbildung mit reichlichen Schattenknötchen.

L. im 3. Interkostalraum Schattenbildung mit einzelnen Knoten. Ebenso am Hilus Knoten.

Klinisch: Infiltration des rechten oberen Lappens. Linke Lunge klinisch frei.

11. 3. 13. Operation nach Forlanini. 900 ccm, + 2 mm Hg.

26. 5. 13. Erst $2^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 9. Nachfüllung, im ganzen nach 7600 ccm N., gelang es zum erstenmal im Röntgenbild rechts unten einen beschränkten kleinen Pneumothorax nachzuweisen, der durch einen scharfen Rand von der Lunge getrennt ist.

Klinisch: Daselbst in wenig größerer Ausdehnung ebenfalls Pneumothorax durch lauten Schall und abgeschwächtes Atmen nachweisbar.

4. 7. 13. $4^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 19. Nachfüllung, im ganzen nach 12700 ccm N., ist der Pneumothorax nur wenig größer geworden, aber immer noch auf den unteren äußeren Teil der rechten Thoraxhälfte beschränkt. Die Lunge ist durch einen bogenförmigen dunklen Bindegewebsstrang vom Pneumothorax scharf getrennt.

10. 9. 13. Tafel XXVI, Fig. 15. Auch 6 Monate nach der Operation, nach der 24. Nachfüllung, im ganzen nach 15500 ccm N., ist kein vollkommener, sondern nur ein beschränkter Pneumothorax zustandegekommen. Derselbe ist wesentlich einkammerig geblieben und wird an der weiteren Ausdehnung durch einen bogenförmigen Adhäsionsstrang rechts unten außen behindert.

Klinisch hat sich an den physikalischen Erscheinungen des infiltrierten rechten Oberlappens, infolge des mangelhaften Lungenkollapses wenig geändert.

10. 1. 14. Zehn Monate nach der Operation, nach der 32. Füllung, nach im ganzen 19750 ccm N., ist der Pneumothorax ebenfalls noch im wesentlichen derselbe geblieben. Derselbe wird nach wie vor an weiterer Ausdehnung durch den bogenförmigen Adhäsionsstrang verhindert. Auch klinisch ist fast derselbe Befund wie am 10. 9. 13. Bazillen immer noch nachweisbar, Gewicht 48 kg. Von weiteren Nachfüllungen wird abgesehen. Die vorgeschlagene Plastik verweigert die Patientin. Das Befinden verschlechterte sich dann allmählich derart, daß Krankenhausaufnahme in der Heimat der Patientin notwendig wurde.

In anderen Fällen ist es bisweilen, aber durchaus nicht immer gelungen, erst nach vielen Bemühungen, nach Wochen und Monaten, durch fortgesetzte Nachfüllungen und vermehrten intrapleuralen Druck, solche feste Adhäsionen zu durchlöchern und aus dem wesentlich einkammerigen Pneumothorax einen deutlichen größeren Pneumothorax herzustellen mit stärkerer Kompression der Lunge.

So zeigt eine Patientin, Fräulein Br., am 4. 11. 12. im Bild vor der Operation (Tafel XXVI, Fig. 16) rechts im 2. bis 4. Interkostalraum multiple Schattenherde und von der Hilusgegend ausgehend zahlreiche Schattenzüge. L. Lunge im wesentlichen frei. Klinisch Infiltration des r. Oberlappens. L. Lunge klinisch frei.

14. 12. 12. Tafel XXVII, Fig. 17. Erst nach der 10. Nachfüllung, $5^1/_2$ Wochen nach der Operation, im ganzen nach 7400 ccm N., ist es in diesem Fall gelungen einen wesentlich nur auf die untersten Interkostalräume, 9 bis 11, beschränkten deutlichen Pneumothorax herzustellen, wo jede Lungenzeichnung fehlt.

Man sieht gleichzeitig, daß ein dicker Schattenstrang quer im 8. Interkostalraum von der Wirbelsäule nach der Skapula hinzieht.

Diese Adhäsion hat die Bildung eines totalen Pneumothorax mit völligem Lungenkollaps verhindert. Es ist zwar oberhalb der Queradhäsion ebenfalls Stickstoff im Thoraxraum sichtbar, aber man erkennt doch oberhalb des Stranges noch überall, wenn auch verschleiert wegen der vorgelagerten Luftschichten, die Lungenzeichnung durch.

4. 7. 13. Tafel XXVII, Fig. 18. Erst 8 Monate nach der Operation, nach der 28. Füllung, nach der erheblichen Dosis von 20600 ccm, ist es uns gelungen, die Queradhäsion heller zu machen, aufzufasern und zu durchlöchern, so daß durch dieselbe jetzt endlich auch noch mehr N. in den Thoraxraum oberhalb derselben hineingedrungen und ein großer Pneumothorax zustandegekommen ist.

Klinisch ist aber auch jetzt noch, nach 8 Monaten, der Pneumothorax am deutlichsten im unteren Teil des Thorax nachweisbar, da, wo von Anfang an der zirkumskripte Pneumothorax seinen Sitz hatte.

10. 1. 14. Trotz der Weiterfüllung, bis zur 36., im ganzen nach 26100 N., wurde der Pneumothorax allmählich wieder rückgängig, wie die Durchleuchtung zeigte. Derselbe ist jetzt wieder beschränkt auf die beiden untersten Interkostalräume und der Querstrang wieder deutlich als dunkler Strang sichtbar geworden.

Auch klinisch blieb der Pneumothorax am deutlichsten auf den unteren Teil des Thorax beschränkt.

Unter solchen Verhältnissen wurde von weiteren Füllungen Abstand genommen. Eine plastische Operation wird verweigert. Gewicht 53,2 kg, Bazillenbefund positiv.

Trotzdem der Pneumothorax zurzeit (Anfang Juni) vollkommen verschwunden ist, ist das Befinden des Patienten bis jetzt ganz leidlich geblieben.

Nach diesen Fällen von zirkumskriptem, von Anfang an wesentlich einkammerigem Pneumothorax, folgen einige Fälle, bei denen der Pneumothoraxraum durch hindurchziehende Adhäsionsstränge in mehrere Kammern geteilt ist (mehrkammeriger Pneumothorax).

Fräulein Z., 19 Jahre alt, Mutter an Tuberkulose gestorben, krank seit $1^1/_2$ Jahren mit Husten, Auswurf. Positiver Bazillenbefund, Gewicht 45 kg.

22. 10. 12. Vor der Operation (Tafel XXVII, Fig. 19): Links unten, vom Herzschatten nach außen ziehend, ein dicker breiter, querverlaufender Schatten, oberhalb desselben ein heller Fleck, wahrscheinlich eine Kaverne.

Rechts in der Spitze ein kreisförmiger Schatten mit hellem Zentrum (kleine Kaverne), sowie dichte Schattenbildung in der oberen Skapulragegend.

Klinisch: Links oben Dämpfung und Katarrh, vom Angulus nach abwärts starke Dämpfung. Daselbst Atemgeräusch abgeschwächt. Die Punktion über der Basaldämpfung ergibt kein Exsudat.

22. 10. 12. Operation nach Forlanini in der mittleren Axillarlinie links. Erst nach zweimaliger Punktion gelingt es, im 3. Interkostalraum in einen freien Pleuraspalt zu kommen. Einblasung von 1000 ccm N. unter Druck von 2 bis zu 12 mm Hg.

7. 12. 12. Tafel XXVII, Fig. 20. Erst 6 Wochen nach der Operation, nach der 11. Füllung, im ganzen nach 8300 ccm N. ist ein partieller Pneumothorax links an der Lungenbasis sichtbar, der durch Adhäsionsstränge in mehrere Kammern geteilt ist. Der vor der Operation sichtbare, vom Herzen quer nach außen ziehende, dicke breite Schatten ist nach oben gedrängt, dichter und schmäler geworden. Oberhalb desselben ist die Kaverne noch sichtbar. Das Zwerchfell selbst ist stark nach unten gedrängt und steil abfallend. Herz und Mediastinum stark nach rechts verschoben.

Klinisch ist links hinten unten und in der Seitenwand Pneumothorax deutlich nachweisbar.

1. 2. 13. Tafel XXVII, Fig. 21. Auch nach $3^1/_2$ Monaten, nach der 14. Füllung, im ganzen nach 9400 ccm N. ist es nicht gelungen einen kompletten Pneumothorax zu erreichen. Derselbe ist immer noch zirkumskript, mehrfächerig und trotz zahlreicher Injektionen wesentlich auf den unteren linken Thoraxraum beschränkt geblieben. Der vom Herzen quer nach außen verlaufende Schattenstrang hindert die Ausbreitung des Pneumothorax nach oben. Links unten ist ein pleuritisches Exsudat hinzugekommen, das allmählich höher steigt.

Da Patientin fiebert, abmagert und der Katarrh auch auf der anderen Lunge zunimmt, wird von weiteren Nachfüllungen Abstand genommen.

20. 5. 13. $3^3/_4$ Monate später, d. h. 7 Monate nach der Operation, zeigt sich bei einer erneuten Aufnahme, daß der Pneumothorax wieder ganz resorbiert ist. Man sieht, daß die Schattenbildung in noch größerer Ausdehnung als vor der Operation vorhanden ist. Der Prozeß in der linken Lunge ist also nicht zum Stillstand gekommen. Auch in der rechten Lunge wurde der Katarrh reichlicher und ist die Patientin schließlich unter Erscheinungen von Darmtuberkulose zugrundegegangen.

Es folgen jetzt einige Fälle von Seropneumothorax (nach Pneumothoraxoperationen), welcher im Laufe der Behandlung entstanden ist.



Der nachfolgende Fall betrifft einen 12jährigen Knaben P. R., der seit einem Jahre erkrankt ist mit Husten und Auswurf. Starke Abmagerung, reichlich Bazillen im Auswurf. 33 kg, 2 Geschwister an Tuberkulose erkrankt, eins an Tuberkulose gestorben.

8. 7. 12. Vor der Operation (Tafel XXVII, Fig. 22): Rechts vorn oben starke Schattenbildung. Linke Lunge zeigt in der Spitze und neben dem Herzen einen zirkumskripten Schatten.

Klinisch: Der Schattenbildung entsprechend Infiltration des rechten oberen Lappens (Dämpfung, bronchiales Atmen und Katarrh). Links: Geringer Spitzenkatarrh.

8. 7. 12. Operation nach Brauer: 800 ccm N., Druck 3—4 mm Hg.

12. 7. 12. Tafel XXVII, Fig. 23. Bereits 4 Tage nach der Operation ist rechts ein deutlicher Pneumothorax als ziemlich breiter heller Luftraum, von der Spitze bis zur Basis reichend, sichtbar. Deutliche Kompression der rechten Lunge medianwärts.

30. 7. 12. Tafel XXVII, Fig. 24. 22 Tage nach der Operation, nach der 4. Füllung, im ganzen nach 2500 ccm N., ist ein sehr großer, heller Pneumothorax vorhanden. Fortschreitende Kompression der Lunge. Lungenschatten noch schmaler geworden. Herz und Mediastinum stark nach rechts verschoben.

Dem Röntgenbild entsprechend die bekannten klinischen Symptome eines großen Pneumothorax: tiefer lauter Schall, über dem das Atemgeräusch ganz aufgehoben ist, bis auf eine kleine Partie im Interskapularraum, dicht neben der Wirbelsäule, wo die kollabierte Lunge anliegt und wo auch schwaches Atemgeräusch hörbar ist. Spitzenstoß weiter nach links gerückt, in der vorderen Axillarlinie zu fühlen.

Im Verlaufe der nächsten Monate bleibt das Bild wesentlich dasselbe, wie wiederholte Durchleuchtungen zeigen.

14. 12. 12. Tafel XXVIII, Fig. 25. 5 Monate nach der Operation, nach der 13. Nachfüllung, im ganzen nach 7000 ccm N., ist der Pneumothorax kleiner geworden. Es ist nämlich rechts unten, in den abhängigen Partien ein pleuritisches Exsudat neu hinzugekommen mit dem bekannten pleuritischen Exsudatschatten, dessen obere Grenze wie mit dem Lineal gezogen ist, die bei jeder Körperlage immer absolut horizontal bleibt und beim Schütteln des Patienten Wellenbewegungen zeigt.

Klinisch: Dem pleuritischen Exsudat entsprechend Dämpfung und aufgehobenes Atemgeräusch, sonst überall Pneumothorax nachweisbar. Allgemeinbefinden gut, kein Fieber. Die früher reichlich vorhandenen Bazillen sind verschwunden.

11. 3. 13. 8 Monate nach der Operation ist das Exsudat bis etwa zur 8. Rippe gestiegen.

17. 7. 13. Tafel XXVIII, Fig. 26. Beinahe 12 Monate nach der Operation ist das pleuritische Exsudat noch weiter gestiegen, von der Spitze bis zur Basis reichend. Pneumothorax verschwunden; überall Dämpfung mit ganz schwachem unbestimmten Atmen. Der Patient hat trotz des sehr großen Exsudats, außer bei sehr lebhaften Bewegungen, gar keine Beschwerden. Das langsame Steigen der Flüssigkeit gewährt den Organen des Thorax die Möglichkeit einer Akkommodation, es fehlen deshalb die Druckfolgen: Atemnot, Cyanose, kleiner frequenter Puls.

15. 1. 14. Tafel XXVIII, Fig. 27. 18 Monate nach der Operation: Die Verschattung der rechten Seite fängt an sich aufzuhellen, die Lungenzeichnung fängt an sichtbar zu werden, besonders neben der Wirbelsäule. Der Schattenherd in der linken Lunge, in der Klavikulargegend, ist kleiner geworden.

Klinisch: Rechts hinten Dämpfung bis etwa zum Angulus, aber nicht so absolut wie früher. Man hört daselbst bronchiales Atmen ohne Katarrh. Vom Angulus abwärts hat sich die Dämpfung aufgehellt und man hört über dieser Partie schwach vesikuläres Atmen mit spärlichen katarrhalichen Geräuschen.

Rechts vorn supra- und infraklavikular tympanitische Dämpfung. Supraklavikular lautes, infraklavikular schwach bronchiales Atmen. Weiter abwärts schwaches vesikuläres Atmen mit deutlichem Katarrh.

Links hinten Verkürzung bis zum inneren Winkel der Spina, von da ab Lungenschall. Über der Verkürzung bronchio-vesikuläres Atmen. Weiter unten rauhes vesikuläres Atmen mit spärlichem Katarrh.

Links vorn Lungenschall, scharfes vesikuläres Atmen.

Rechte Seite erheblich eingesunken mit starker Skoliose konvex nach links, bleibt erheblich beim Atmen zurück.

Allgemeinbefinden sehr gut, kein Auswurf, keine Bazillen mehr, kein Husten, kein Fieber. Gewicht 38 kg. Nach Mitteilung 11 Monate später, also 29 Monate nach der Operation, befindet sich Patient sehr gut, hat an Gewicht erheblich zugenommen.

Ein zweiter Fall von pleuritischem Exsudat nach künstlichem Pneumothorax mit sehr günstigem Verlauf.

Frau Gr., 29 Jahre alt, erkrankt im Anschluß an eine Influenza seit einem halben Jahre; viel Husten, Mattigkeit, Appetitmangel, reichlich Bazillen im Auswurf.

29. 10. 12. Bild vor der Operation (Tafel XXVIII, Fig. 28): Links in der Spitze, im 4. Interkostalraum zwei dunkle Schattenknoten; in der Skapulargegend intensive und ausgedehnte marmorierte Schattenbildung.

Rechte Lunge frei.

Klinisch: Entsprechend der Schattenbildung in der Skapulargegend links hinten Infiltration vorwiegend in der Skapulargegend (Dämpfung, Katarrh). Der Katarrh reicht aber noch viel weiter nach abwärts.

Links vorn: Infra- und supraklavikular Verkürzung und Katarrh. Rechte Lunge auch klinisch frei.

29. 10. 12. Operation nach Forlanini. Einfüllung von 1000 ccm N. unter Druck von 4 mm Hg.

5. 11. 12. 7 Tage nach der Operation, nach der 2. Füllung, im ganzen nach 2000 ccm N. ist sowohl klinisch als auch im Röntgenbilde links ein großer Pneumothorax, der von der Basis bis fast zur Spitze reicht, nachzuweisen. Die linke Lunge ist im ganzen medianwärts verdrängt, der Lungenschatten schmal. An der Basis und in der Skapulargegend ein dunkler und ein etwas hellerer Adhäsionsstreifen. Mediastinum und Herz sind stark nach rechts verschoben. Andere Lunge dunkler geworden.

18. 1. 13. $2^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 9. Füllung, im ganzen nach 7600 ccm N., hat sich ein noch größerer Pneumothorax gebildet. Der Lungenschatten ist schmal an die Wirbelsäule angedrückt. Ein Adhäsionsstreifen in der Skapulargegend ist als feiner Schattenstrich sichtbar. Herz und Mediastinum noch stärker nach rechts verschoben.

Auch klinisch ist der Pneumothorax in großer Ausdehnung wahrnehmbar. Die rechte Lunge zeigt überall lautes Vesikuläratmen, kein Katarrh.

5. 4. 13. Tafel XXVIII, Fig. 29. Etwa 5 Monate nach der Operation, nach der 12. Nachfüllung, im ganzen nach 10299 cc N., zeigt sich zum erstenmal ein kleiner pleuritischer Exsudatschatten von der 10. Rippe nach abwärts. Der Pneumothorax ist infolge des Exsudats etwas kleiner geworden, der Lungenschatten etwas breiter. Das Exsudat ist völlig fieberlos entstanden. Wegen dieses Exsudates werden die Füllungen zunächst ausgesetzt.

9. 5. 13. Beinahe $6^1/_2$ Monate nach der Operation, seitdem etwa über einem Monat keine Füllungen mehr gemacht worden sind, ist der Pneumothorax noch kleiner geworden, der Lungenschatten noch schmäler, der Adhäsionsstreifen unverändert. Der Exsudatsschatten ist bis zur 7. Rippe gestiegen. Auch klinisch ist ein Steigen des Exsudats nachweisbar durch absolute Dämpfung von der Basis bis zum Angulus scapulae.

1. 7. 13. Tafel XXVIII, Fig. 30. 9 Monate nach der Operation, nachdem 3 Monate keine Füllung vorgenommen ist, ist der Pneumothorax fast ganz verschwunden. Das pleuritische Exsudat ist erheblich gestiegen, bis fast zur Lungenspitze.

Klinisch: Links hinten Dämpfung, fast von der Spitze bis zur Basis reichend. Supraspinat schwaches, weiter abwärts kein Atemgeräusch. Links vorn supraklavikular gedämpft tympanitischer Schall, schwach bronchiales Atmen, weiter abwärts kein Atmen.

Rechte Lunge normaler Lungenschall, vesikuläres Atmen, kein Katarrh.

1. 8. 13. Die Durchleuchtung 10 Monate nach der Operation, seit 4monatlicher Aussetzung der Füllungen, ergab völligen Schwund des Pneumothorax. Der Exsudatsschatten reicht von der Lungenspitze bis zur Basis, man hört überall schwaches Atmen durch.

Es ist also hier erst 5 Monate nach der Operation ein pleuritisches Exsudat entstanden, das unter allmählicher Resorption des Stickstoffes innerhalb der nächsten 4 Monate allmählich ansteigt und schließlich die ganze linke Thoraxhälfte ausfüllt.

Patientin hat von diesem fieberlos verlaufenen Exsudat fast gar keine Beschwerden, außer etwas Kurzatmigkeit bei anstrengender Bewegung. Sie fühlt sich, wie sie wiederholt sagt und schreibt, sehr wohl. Die früheren Symptome: Husten, Auswurf, Bazillen im Auswurf, Mattigkeit und Appetitmangel sind verschwunden.

6. 2. 14. Tafel XXVIII, Fig. 31. 16 Monate nach der Operation: Der intensive, bis zur Spitze reichende Exsudatsschatten hat sich neben der Wirbelsäule bis zur 6. Rippe aufgehellt und fängt in seinem aufgehellten Teil Lungengewebe sichtbar zu werden. Der übrige Teil des Thorax ist noch ganz verschattet.

Klinisch: Gutes Allgemeinbefinden, kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen, 54,4 kg.

Links hinten Verkürzung bis zur Mitte des Interskapularraumes, von da ab bis zur Basis Dämpfung. Über der Verkürzung etwas abgeschwächtes rauhes Vesikuläratmen, welches über der Dämpfung etwas schwächer wird. An der Basis etwas Knarren. Links vorn tympanitische Verkürzung bis zur 3. Rippe, von da ab Dämpfung. Überall etwas abgeschwächtes Vesikuläratmen ohne Katarrh hörbar. Rechts normaler Befund. Spitzenstoß im Epigastrium. Patientin wird noch wiederholt durchleuchtet; zum letztenmal Mitte Juni 1914. Die Durchleuchtung ergibt weitere Aufhellung der linken verschatteten Seite sowie auch klinisch eine Zunahme der Aufhellung des Perkussionsschalles und ein Deutlicherwerden des vesikulären Atmens.

Allgemeinbefinden andauernd sehr gut. Kein Husten, kein Auswurf, kein Fieber. Die letzte Untersuchung, etwa 6 Monate später, also 26 Monate nach der Operation, ergibt weitere Fortschritte in Bezug auf Aufhellung des Exsudatschattens; fast über der ganzen linken Lunge



hört man nur noch wenig abgeschwächtes Vesikuläratmen; kein Katarrh. R. Lunge normal. Patientin fühlt sich andauernd sehr wohl. Kein Fieber, kein Husten, keine Tbc.

Wir möchten nun noch einige Bemerkungen über den Einfluß des künstlichen Pneumothorax auf die tuberkulösen Kavernen hinzufügen. Bekanntlich ist die bloße Eröffnung tuberkulöser Kavernen als alleiniger operativer Eingriff nach den klinischen Erfahrungen in bezug auf Ausheilung der Höhle (Verkleinerung resp. Vernarbung derselben) wegen nicht genügender Entspannung der erkrankten Teile wenig erfolgreich gewesen.

Man hat deshalb die Methode der bloßen Eröffnung der Kavernen aufgegeben. Viel mehr Nutzen in bezug auf Verkleinerung und Vernarbung der Höhlen als durch die bloße Eröffnung derselben ist zu erwarten von einer Mobilisierung der Brustwand durch die allerdings viel eingreifenderen thorako-plastischen Methoden, d. h. durch mehr oder weniger ausgedehnte Rippenresektion, die entspannend auf die erkrankten Teile wirkt, und dadurch die Bindegewebsbildung und Abkapselung in den erkrankten Geweben befördert.

Führt nun der viel weniger eingreifende künstliche Pneumothorax auch zur Ausheilung der Kavernen?

Diese Frage läßt sich allgemein nicht beantworten, sondern nur durch den Versuch entscheiden. Man kann deshalb auch nicht, wie Herr Renon in seinen Leitsätzen auf dem XI. internationalen Tuberkulosekongreß behauptet, die isolierte Kaverne als eine der besten Indikationen für die Anlegung des künstlichen Pneumothorax ansprechen.

Die Möglichkeit der Ausheilung einer Kaverne hängt in jedem einzelnen Falle ab von der Größe der Kaverne, von dem Grade der Nachgiebigkeit des umgebenden Lungengewebes, resp. Bindegewebes der pleuritischen Adhäsionen, schließlich von der Nachgiebigkeit der knöchernen Brustwand, die bei jugendlichen Individuen größer ist, als bei Erwachsenen.

Der Versuch mit künstlichem Pneumothorax bei Kavernen ist aber auf jeden Fall zu empfehlen wegen der geringen Gefahr des Eingriffs, wenn nicht besondere Kontraindikationen, hohes Fieber, sehr weit vorgeschrittener und akut verlaufender Prozeß mit starker Verschlechterung des Allgemeinbefindens vorhanden sind.

Unsere Erfahrungen über den Einfluß des künstlichen Pneumothorax bei Kavernen haben ein sehr verschiedenes Resultat ergeben.

Fräulein Sch., 25 Jahre alt, Mutter an Tuberkulose gestorben, seit $^1/_2$ Jahre krank mit Husten und Auswurf. Gewicht 50,6 kg. Reichlich Bazillen im Auswurf.

16. 7. 12. Vor der Operation. Tafel XXVIII, Fig. 32. Starke Schattenbildung im rechten Oberlappen; im infiltrierten Gewebe des Oberlappens eine rundliche helle Stelle, die im folgenden Bilde als Kaverne deutlicher wird. Die linke Lunge zeigt einzelne Knoten.

Klinisch: Im Bereich der Schattenbildung Infiltration des rechten oberen Lappens (Dämpfung, bronchiale Atmung, reichlich Katarrh). Linke Lunge klinisch frei.

19. 7. 12. 7 Tage nach der Operation, nach der 1. Nachfüllung, im ganzen nach 1900 ccm, ist rechts ein schmaler, beinahe bis zur Spitze reichender unregelmäßiger Pneumothorax nachzuweisen; ebenso N. zwischen Lungenbasis und Zwerchfell. Die Lunge ist bereits, wenn auch noch nicht erheblich, komprimiert, ebenso die verdichtete Spitze. Die Kaverne mit Kapsel ist in der Spitze jetzt deutlich zu sehen. Das Herz ist bereits nach links verschoben. Die linke Lunge ist dunkler geworden.

Klinisch ist nur rechts hinten unten Pneumothorax nachweisbar in geringerer Ausdehnung als auf dem Röntgenbilde.

10. 9. 12. Tafel XXIX, Fig. 33. $1^3/_4$ Monate nach der Operation, nach der 8. Nachfüllung, im ganzen nach 7900 ccm N, ist ein sehr großer Pneumothorax vorhanden. Lungenschatten rechts neben der Wirbelsäule als blasser schmaler Schatten sichtbar. Spitzenschatten schmal, fast auf die Kaverne beschränkt, die jetzt sehr deutlich geworden ist. Mediastinum und Herz stark nach links verschoben.

Auch klinisch ist der Pneumothorax rechts erheblich größer nachweisbar.

8. 1. 13. Etwa $5^1/_2$ Monate nach der Operation, nach der 15. Nachfüllung, im ganzen nach 10270 ccm N. ist rechts die Kaverne kleiner geworden. Rechts unten ist ein pleuritisches Exsudat hinzugekommen. Das Allgemeinbefinden der Patientin ist gut, wenig Husten, aber noch Bazillen im Auswurf, Gewicht 48 kg, fieberfrei, nur einmal interkurrent Temperatur bis 38,4.

Die Patientin bleibt sodann über $4^1/_2$ Monate aus der Behandlung fort und kommt erst wieder am 29. 5. 13 (Tafel XXIX, Fig. 34). Vom Pneumothorax ist außer einem schmalen, seitlich neben

der Kaverne liegenden Streifen nichts mehr sichtbar. Die Kaverne ist durch die ganze Behandlung nicht verkleinert, nicht komprimiert, sondern im Gegenteil größer geworden. Besonders im Ventralbild erkennt man, daß die Pneumothoraxlunge sich wieder ausgedehnt hat und reichlich Schattenherde zeigt. Das Allgemeinbefinden hat sich verschlechtert. Patientin fühlt sich sehr matt, hat reichlich Bazillen im Auswurf und ging schließlich 3 Monate später an Darmtuberkulose zugrunde.

In bezug auf die Kaverne zeigten einzelne weitere Röntgenbilder eine geringe, zeitweise Verkleinerung der Kaverne nach 5½ monatlicher Behandlung. Es war aber auch nach 15 Füllungen, trotzdem 10270 ccm N. eingelassen worden waren, nicht gelungen, die Kaverne durch Kompression zum Verschwinden zu bringen.

Nach Aufhören der Behandlung nahm die Kaverne wieder an Größe zu und ist schließlich noch größer geworden als zu Anfang der Behandlung.

Im Gegensatz zu dem vorhergehenden Fall ist bei dem nunmehr folgenden die Kaverne unter der Behandlung kleiner geworden und schließlich nicht mehr sichtbar.

Frau M., 24 Jahre alt, keine Heredität, krank seit einem halben Jahr mit Husten, Bruststechen und Auswurf; 50 kg, reichlich Bazillen im Auswurf.

3. 2. 13. Vor der Operation. Tafel XXIX, Fig. 35. Die linke Lunge zeigt starke Verschattung von oben bis unten, in den oberen Interkostalräumen einzelne isolierte Knoten, unten mehr diffuse Schattenbildung. Infraklavikular große Kaverne, welche in dem folgenden Bild deutlich hervortritt. Rechts im wesentlichen frei.

Klinisch: Links oben vorn und hinten Dämpfung, bronchiales Atmen, Katarrh. Rechte Lunge ohne Befund.

7. 2. 13. Operation nach Forlanini. 800 ccm N. + 1 mm Hg. Die Einblasung gelingt heute sehr leicht, trotzdem 3 Tage vorher die Punktion an zwei verschiedenen Stellen mißlungen war.

8. 2. 13. Tafel XXIX, Fig. 36. Bereits einen Tag nach der Operation ist ein schmaler Pneumothoraxstreifen sichtbar, von oben bis unten reichend. Die Kaverne im oberen Teil des Infiltrationsschattens tritt deutlicher hervor.

Klinisch ist bereits ein größerer Pneumothorax nachzuweisen.

7. 5. 13. 3 Monate nach der Operation, nach der 9. Nachfüllung, im ganzen nach 7500 ccm N. ist der Pneumothorax breiter geworden, der Lungenschatten schmaler und dichter, mehr nach der Wirbelsäule und etwas nach abwärts gedrängt. Die Kaverne ist kleiner und weniger deutlich. Unten ist ein kleines pleuritisches Exsudat zu sehen.

10. 9. 13. Tafel XXIX, Fig. 37. 7 Monate nach der Operation, nach der 19. Füllung, im ganzen nach 12600 ccm N. ist der Pneumothorax noch größer geworden. Die Kaverne nicht mehr sichtbar, sondern an ihrer Stelle ein scharf umgrenzter dunkler Fleck, der im Negativ besser sichtbar ist.

29. 12. 13. 10½ Monate nach der Operation, nach der 26. Nachfüllung, im ganzen nach 16000 ccm N., ist der Pneumothorax nicht größer geworden, sondern nach unten durch einen Exsudatsschatten eingeengt. Die Kaverne ist nicht mehr sichtbar, der Lungenschatten ist ebenso schmal wie vorher.

Klinisch besteht noch etwas Husten, Bazillen sind im Auswurf nicht mehr nachzuweisen. Links hinten supraspinat tympanitische Verkürzung, sonst überall lauter Schall, schwaches Atmen, vereinzeltes Knacken und Tropfenfallen. Interskapular schwaches Atmen, weiter abwärts kein Atmen. Links vorn überall lauter Schall, ganz schwaches Atmen. Rechts scharfes Vesikuläratmen.

28. 2. 14. Tafel XXIX, Fig. 38. Etwa 13 Monate nach der Operation, nach der 30. Füllung, im ganzen nach 18100 ccm N., ist der Pneumothorax kleiner geworden, der Lungenschatten etwas breiter, besonders an der Basis. Kaverne ist nicht mehr sichtbar. Unten deutlicher Schatten eines kleinen pleuritischen Exsudats. Herz und Mediastinum sind etwas zurückgegangen, rechte Lunge etwas heller.

Gutes Allgemeinbefinden, wenig Husten und Auswurf, kein Fieber; 49,1 kg. Links hinten überall lauter Schall, ganz schwaches Vesikuläratmen. Links vorn lauter Schall, fast kein Atmen. Rechts ohne Befund. Spitzenstoß im Epigastrium. Auch jetzt, nach 16 Monaten nach der Operation, ist sowohl der klinische als der Röntgenbefund derselbe geblieben, nachdem etwa alle 2—3 Wochen noch Nachfüllungen von je 600 ccm N. gemacht worden sind. Das Allgemeinbefinden ist sehr gut und besteht völlige Symptomlosigkeit. Die letzte Untersuchung, 23 Monate nach der Operation, ergiebt denselben klinischen und röntgenologischen Befund.

Es ist also in diesem Fall gelungen, durch die Behandlung die Kaverne zum Schwinden zu bringen.

Ein anderer hierhergehöriger Fall zeigt während der Behandlung durch



Fortschreiten des tuberkulösen Prozesses kein Verschwinden, sondern im Gegenteil das Entstehen neuer Kavernen.

Frau A., 33 Jahre alt. Der Bruder ist an Tuberkulose gestorben. Seit 2 Jahren krank im Anschluß an Influenza mit Husten und Auswurf; reichlich Bazillen; 70 kg.

10. 12. 12. Vor der Operation (Tafel XXIX, Fig. 39) rechts oben starke Schattenbildung. Infraklavikular Kaverne mit Kapsel. In der Hilusgegend Schattenherde. Linke Lunge im wesentlichen frei.

Klinisch: Infiltration des rechten Oberlappens (Dämpfung, bronchiales Atmen und Katarrh). Linke Lunge: Lungenschall, verschärftes Vesikuläratmen, kein Katarrh.

10. 12. 12. Operation nach Forlanini: 1000 ccm N., +1 mm Hg.

28. 12. 12. 2½ Woche nach der Operation, nach der 3. Nachfüllung, im ganzen nach 4000 ccm N., ist ein schmaler Pneumothorax von der Spina bis zur Basis am Skapularrand sichtbar. Lungenschatten noch breit, Infiltrationsschatten aber heller geworden. Von der infraklavikular gelegenen Kaverne ist nur eine helle Stelle ohne Kapsel aber mit scharfer Umgrenzung sichtbar.

Klinisch: Rechts supraspinat bis zum Angulus scapulae gedämpft tympanitischer Schall. Von da ab bis zur Basis und seitlich tiefer lauter Schall; über der Dämpfung schwach amphorisches Atmen, über dem lauten Schall sehr schwaches Atmen. Rechts supraklavikular Schallverkürzung mit schwach amphorischem Atmen; infraklavikular tiefer lauter Schall, schwaches Atmen.

15. 2. 13. 2 Monate nach der Operation, nach der 9. Nachfüllung, im ganzen nach 9350 ccm N., ist der Pneumothorax größer geworden, Lungenschatten dunkler, weil mehr komprimiert. Infraklavikular ist die Kaverne von einer Kapsel umgeben deutlich sichtbar. Die linke Lunge ist dunkler geworden, einzelne Schattenknoten treten in derselben deutlich hervor.

Klinisch: Rechts überall lauter tiefer Schall, nur supraspinat leichte Schallverkürzung. Atemgeräusch überall aufgehoben, nur supraklavikular und supraspinat schwach amphorisches Atmen.

10. 5. 13. 5 Monate nach der Operation, nach der 19. Nachfüllung, im ganzen nach 15850 ccm N., ist der Pneumothorax noch größer geworden, Lungenschatten schmaler und durchsichtiger. Die infraklavikulare Kaverne ist etwas größer von einer Kapsel umgeben sichtbar.

9. 7. 13. Tafel XXIX, Fig. 40. 7 Monate nach der Operation, nach 21 Füllungen, im ganzen nach 16450 ccm N. Der Pneumothorax ist kleiner geworden, der Lungenschatten wieder breiter und dunkler. Die infraklavikulare Kaverne ist von einer deutlichen Kapsel umgeben. Unter derselben ist noch eine größere mit einer ausgeprägten Kapsel versehene Kaverne sichtbar geworden. In der Kapsel der letzteren 2 verdickte Stellen. Noch eine dritte Kaverne erscheint unterhalb der zweiten angedeutet. Das Herz ist wieder mehr in seine normale Lage zurückgegangen.

Klinisch hat die Dämpfung zugenommen, dieselbe reicht jetzt bis zum mittleren Drittel des Interskapularraumes; erst von da ab besteht lauter Schall bis zur Lungenbasis. Über der Dämpfung ist jetzt schwaches Atmen zu hören und ist Katarrh hinzugekommen. Weiter abwärts über dem lauten Schall ist kein Atmen hörbar. Rechts vorn überall lauter Schall und schwaches Atmen. Auch in der linken, bisher klinisch freien Lunge ist jetzt Katarrh im Oberlappen hinzugekommen. Patientin ist in den letzten zwei Monaten stark anämisch geworden, hat 22 Pfd. abgenommen, abends wieder Fieber bis 38,6; Nachtschweiße; Bazillen wieder im Auswurf aufgetreten.

Mit der Verschlechterung des Allgemeinbefindens ist also in diesem Falle im Röntgenbild außer der von Anfang an sichtbaren infraklavikularen Kaverne noch eine neue Kaverne zum Vorschein gekommen und ist auch in der bisher klinisch gesunden linken Lunge Katarrh eingetreten. Wesentlich denselben Befund ergab sowohl röntgenologisch wie klinisch eine 4 Wochen spätere Untersuchung. Die Kavernen sind ebenso groß geblieben; neu hinzugekommen ist ein pleuritisches Exsudat rechts unten.

Wegen der zunehmenden Verschlechterung wird von weiteren Füllungen Abstand genommen.

Im weiteren Verlauf der Beobachtungen bis 16 Monate nach der Operation verschwindet der Pneumothorax wieder vollkommen und tritt totale Verschattung der rechten Seite ein.

Klinisch besteht Dämpfung von oben bis unten, sowohl vorn wie hinten; rechts oben schwaches, teilweise bronchiales Atmen, welches nach unten zu immer schwächer wird; überall etwas Giemen und Katarrh.

Links rauhes Vesikuläratmen mit spärlichem Katarrh. Sehr schlechtes Allgemeinbefinden, zeitweise hohes Fieber bis über 39, viel Husten und Auswurf mit Bazillen, 53,2 kg.

Was leistet nun die Pneumothoraxtherapie?

Mit einer Statistik, wie dieselbe von verschiedenen Seiten gegeben ist, in der die Erfolge prozentisch rubriziert werden nach „sehr gut“, „gut“, „genügend“, „nicht genügend“ oder

„negativ“, „zweifelhaft“, „überraschend gut“, können wir uns nicht einverstanden erklären, weil die Art der tuberkulösen Erkrankung, ihre Lokalisation und Ausbreitung, sowie der klinische Zustand des Patienten vor der Pneumothoraxoperation so verschiedenartig ist, daß kaum ein Fall dem andern gleicht.

Eine Durchsicht der Endresultate der von uns bisher behandelten 44 Fälle ergibt folgendes:

Zunächst sind 4 Fälle anzuführen, welche als „klinisch geheilt“ anzusehen sind, d. h. bei denen der tuberkulöse Prozeß mit seinen Erscheinungen vollständig zum Stillstand gekommen ist.

Bei 2 dieser Fälle, die 17 resp. 22 Monate seit der Operation in Beobachtung sind (siehe z. B. Tafel XXV, Fig. 1—7), war ein kompletter Pneumothorax zustande gekommen, welcher seit über 9 resp. 14 Monaten der Selbstresorption überlassen worden war. Dieselben sind vollkommen arbeitsfähig und füllen auch in Wirklichkeit ihren früheren Beruf aus. Bei dem einen Fall war im Anschluß an eine Influenza Ende November 1913, nachdem die Patientin 7 Monate vollkommen symptomlos und arbeitsfähig gewesen war, iu der ursprünglich erkrankten Spitze ein frischer Katarrh aufgetreten. Die Wiederanlegung des Pneumothorax, welche geplant war, wurde durch eine anderweitig erfolgte Überweisung der Patientin in eine Heilstätte verhindert. Nach einer neuerdings vorgenommenen Untersuchung zeigt sich die aus der Heilstätte entlassene Patientin wieder in dem guten klinischen und röntgenologischen Zustand, wie vor Auftreten des Influenzakatarrhs.

Bei den beiden anderen operierten Patienten, 18 resp. 20 Monate in Behandlung (siehe Tafel XXVII u. XXVIII, Fig. 22—31), ist im Laufe der Behandlung ein pleuritisches Exsudat aufgetreten, welches allmählich bis zur Spitze anstieg; dasselbe wurde unangerührt gelassen und wird allmählich resorbiert, die Nachfüllung von N. war wegen des Exsudats bereits $6^1/_2$ resp. 6 Monate nach der Operation ausgesetzt worden. Unter dem nach Pneumothorax entstandenen Exsudat ist der Stillstand des tuberkulösen Prozesses zustande gekommen. Beiden Patienten geht es ausgezeichnet: ohne Fieber, ohne Auswurf, ohne Husten, keine Tbc. Dieses günstige Resultat besteht auch 29 resp. 26 Monate nach der Operation fort, wie die weiteren Erfahrungen ergeben haben.

Klinisch hellt sich der Schall in größerer Ausdehnung wieder auf und hört man jetzt fast überall vesikuläres, etwas abgeschwächtes Atmen ohne Katarrh.

9 weitere Fälle, welche noch in Behandlung stehen, der eine bereits seit 23 Monaten, zeigen eine entschiedene Besserung (siehe z. B. Tafel XXIX, Fig. 35—38): Aufhören resp. Geringerwerden des Hustens, Verschwinden der Bazillen, bei verschiedenen Patienten bereits eingetretene Arbeitsfähigkeit.

Eine erhebliche Besserung der Symptome ist noch bei 3 weiteren Fällen eingetreten, von denen der eine 16 Monate in Behandlung war und einen großen mehrkammerigen Pneumothorax hatte. Die Patienten haben sich jedoch der weiteren Behandlung entzogen.

5 Fälle gingen gleich nach der Operation, trotzdem dieselben geglückt war, aus der Behandlung.

Bei 6 Patienten gelang es nicht, einen freien Pleuraspalt zu finden und einen Pneumothorax herzustellen.

Bei 2 von diesen Fällen wurden große Mengen N. in wiederholten Sitzungen eingeführt und trotzdem konnte bei Untersuchung oft schon am nächsten Tage weder klinisch, noch röntgenologisch N. im Thoraxraum nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich mit Wahrscheinlichkeit um eine direkte Infusion des N. in den Bronchus und Abfluß des N. durch denselben.

Hierher gehören auch einige Fälle, in denen N. eingeblasen werden konnte und bei denen klinisch Luft im Thoraxraum durch lauten Schall und stark abgeschwächtes Atmen



nachweisbar war, bei denen aber dennoch im Röntgenbild, weder bei dorsaler, ventraler, noch bei seitlicher Durchleuchtung diese sichtbar wurde. — Wir sind der Meinung, daß erst ein gewisses Luftvolumen erreicht werden muß, um im Röntgenbild sichtbar zu werden.

Bei 6 Fällen ist im Laufe der Behandlung eine Verschlechterung des Zustandes eingetreten.

Bei 3 dieser Fälle glückte es nicht, einen kompletten Pneumothorax herzustellen wegen starker Verwachsungen (siehe Tafel XXVI u. XXVII, Fig. 14—18).

Bei den 3 anderen operierten Fällen breitete sich der tuberkulöse Prozeß, trotz bestehendem Pneumothorax, auf der erkrankten Seite von der Spitze bis auf die Basis aus.

Gestorben sind während oder im Anschluß an die Behandlung 11 Patienten. Es sind dieses alles sehr schwere Fälle gewesen mit Kavernen und teilweiser Erkrankung der anderen Seite.

Bei 3 dieser Fälle wurde die Operation als ultima ratio versucht, da alle anderen Behandlungsmethoden erschöpft waren und die Patienten bereits als verloren gelten konnten.

Bei 2 Gestorbenen gelang es überhaupt nicht, einen nachweisbaren Pneumothorax zu erzielen.

Bei 3 Fällen griff der Prozeß auf den Darm über und starben die Patienten an Darmtuberkulose.

Bei einer Patientin breitete sich die ursprünglich nur geringfügige Erkrankung der nicht behandelten Seite rasch weiter aus und führte zum Tode.

Bei einer anderen Patientin griff der Prozeß auf die ursprünglich klinisch gesunde Seite über.

Bei einem dieser Todesfälle konnten wir durch die Sektion bestätigen, daß trotz 28 Füllungen mit 23 900 ccm N. und trotzdem ein großer Pneumothorax entstanden war und die Lunge erheblich komprimiert worden war, dennoch eine große Kaverne in der Spitze bestand, die durch den Pneumothorax nicht zur Schrumpfung gebracht werden konnte. Patient hustete sehr viel, hatte andauernd reichlichen bazillenhaltigen Auswurf. Es wurde in diesem Falle die Wilmsche Thorakoplastik vorgenommen und 5 Rippenstücke hinten oben (1.—5. Rippe) jedes in Länge von 3—8 cm reseziert. Der Patient ging nach 18 Stunden an Schock zugrunde. Die Sektion ergab eine klein-apfelgroße, sinuöse Kaverne der rechten Lunge. Der obere Lungenlappen der operierten rechten Seite, ebenso der untere, in dem keine tuberkulösen Veränderungen vorhanden waren, war stark komprimiert und man konnte an mikroskopischen Präparaten die Folgen der 15 Monate lang dauernden Kompression konstatieren. Es war in dieser Lunge nur noch am Rande alveoläres Gewebe in kleiner Ausdehnung nachweisbar, das übrige Lungengewebe war größtenteils in zellenreiches und fibröses Gewebe verwandelt, frische Tuberkel fanden sich nicht.

Die enthusiastischen Angaben verschiedener Autoren, nach denen die Pneumothoraxtherapie ein Verfahren sein soll, mit dessen Hilfe in der übergroßen Mehrzahl der Fälle von Lungentuberkulose außerordentliche Erfolge zu erzielen sind, können wir nach unseren oben geschilderten bisherigen Erfahrungen nicht unterschreiben, wenngleich wir auch in einer Anzahl schwerer Fälle, die zum Teil auch nach anderen Methoden erfolglos behandelt worden sind, Besserung resp. Heilung erzielt haben. Die Anwendung des Verfahrens ist jedenfalls berechtigt.

Bisher ist die Pneumothoraxoperation vorwiegend, auch von uns, in schweren Fällen von Tuberkulose ausgeführt worden. Man wird aber in Zukunft, unserer Meinung nach, bei der zunehmenden Erkenntnis der geringen Gefahr des operativen Eingriffs, die Methode der Ruhigstellung der Lunge durch künstlichen Pneumothorax auch in frischeren Fällen anzuwenden berechtigt sein, mit Aussicht auf noch bessere und zahlreichere Erfolge.

Nach Ablieferung vorstehenden Manuskripts haben wir noch in 5 Fällen die Pneumothoraxoperation gemacht, so daß wir im ganzen 49 Fälle zur Verfügung haben.

Auch bei zwei dieser Fälle zeigte es sich, daß man nicht zu früh mit dem Versuch aufhören darf, einen Pneumothorax zu erzielen, worauf auch in mehreren der von uns früher mitgeteilten Fällen hingewiesen ist.

In einem Falle wurde erst nach $1^1/_2$ Monaten, nach 8 Füllungen (4000 ccm N.) ein im Röntgenbild nachweisbarer Pneumothorax erreicht, im zweiten Fall ebenfalls erst nach $1^1/_2$ Monaten, nach 9 Füllungen (5900 ccm N.).

In bezug auf die nach der Operation entstandenen pleuritischen Exsudate haben wir, worauf ebenfalls bereits oben hingewiesen ist, auch bei zwei weiteren, noch in Behandlung befindlichen Fällen beobachtet, daß ein fast bis zur Spitze angestiegenes, fieberlos verlaufendes Exsudat einen günstigen Einfluß auf den klinischen Verlauf der Tuberkulose ausübte.

Aus dem Röntgeninstitut von Dr. Immelmann-Berlin.

Absorptionsmessungen mit dem Fürstenauschen Intensimeter.

Von

Dr. **Immelmann** und Dr. **J. Schütze**, Oberarzt des Instituts.

Der von der Redaktion dieser Zeitschrift an uns gerichteten Aufforderung, einige nähere Mitteilungen über das Fürstenausche Intensimeter und unsere Erfahrungen mit ihm zu geben, kommen wir im folgenden gern nach, indem wir eine besondere Berechtigung zu solchen Ausführungen wohl in der Tatsache erblicken dürfen, daß wir ungefähr die ersten waren, welche mit dem Intensimeter eingehende Versuche in der Praxis vorgenommen haben, und weil wir jetzt über eine eigene praktische Erfahrung von der Zeitdauer eines Jahres verfügen. Wir können vorwegnehmen, daß während dieser Zeit, die man wohl bei der intensiven täglichen Benutzung, welcher das Instrument in unserem Institut ausgesetzt ist, als hinreichend für Gewinnung eines sicheren Urteils über die Brauchbarkeit eines technischen Instrumentes betrachten darf, das Intensimeter sich uns als außerordentlich praktisches, genaues und ungemein einfach zu handhabendes Dosierungsinstrument bewährt hat.

a) Prinzip und Wirkungsweise des Intensimeters.

Zur Messung der Intensität der Röntgenstrahlen wird bei dem Intensimeter die an sich längst bekannte Tatsache (Forster, Ruhmer, Levy, Himstedt und andere) verwendet, daß die Röntgenstrahlen den elektrischen Widerstand einer Selenzelle verändern. Über die Art dieser Einwirkung sind sehr sorgfältige quantitative Versuche insbesondere von Athanasiadis gemacht worden; derselbe hat gefunden, daß zwischen den genannten beiden Größen exakte Beziehungen bestehen, so daß er vorschlug, mittels einer Selenzelle eine direkte Vergleichung der Intensität der Röntgenstrahlen mit derjenigen der Lichtstrahlung vorzunehmen und jene ebenfalls in Kerzen zu messen. Dieser Vorschlag läßt sich jedoch aus Gründen, die in der Eigenart der Selenzellen liegen, nicht ins Praktische übersetzen; denn eine Zelle, welche sich gut für Lichtmessungen eignet, also dem Lichte gegenüber „hochempfindlich“ ist, ist für die Benutzung bei Röntgenstrahlenmessungen absolut ungeeignet. Es mußte hierfür vielmehr eine ganz besondere Type geschaffen werden, die sich ihrerseits natürlich wieder nicht für Lichtmessungen eignet und deren Schaffung überhaupt erst die Grundlage für die Konstruktion des Intensimeters abgegeben hat. Vielfach hat man ja bekanntlich prinzipielle Bedenken darüber geäußert, ob eine Selenzelle wirklich einen konstanten Faktor darstellt, sich also nicht willkürlich unter äußeren mit der Röntgenstrahlung nicht zusammenhängenden Einflüssen verändert. Diese Frage konnte durch jahrelange systematische Beobachtungen an Hunderten von Selen-



zellen[1]) bejaht werden, so daß etwaige prinzipielle Bedenken für den Aufbau einer Dosierungsmethode auf einer geeignet konstruierten Selenzelle fortfielen.

Die Selenzelle des Intensimeters bildet nun, mit einer geeigneten Umhüllung versehen,

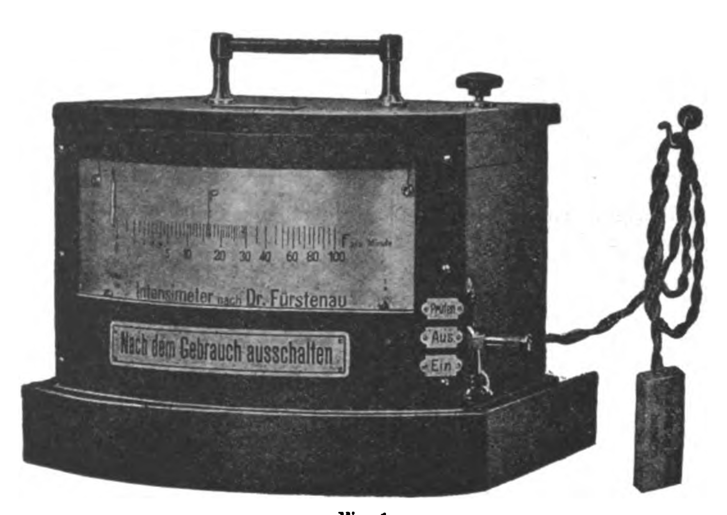


Fig. 1.
Außenansicht des Intensimeters.

die sogenannte Auffangedose, welche zur Ermittelung der Strahlenintensität in den Gang der Röntgenstrahlen gebracht wird. Sie steht durch eine 5 m lange bewegliche Leitungsschnur (Litze) mit dem eigentlichen Meßinstrument (vgl. Abbildung 1) in Verbindung, welch letzteres an einem beliebigen Platze im Laboratorium, also z. B. hinter der Schutzwand aufgestellt und abgelesen werden kann. Irgendwelche Anschlüsse oder Verbindungen zwischen dem Röntgeninstrumentarium und dem Intensimeter bestehen also nicht. Die Angaben des letzteren sind also von der Art des verwendeten Apparates, von primärer und sekundärer Stromstärke und -spannung usw. völlig unabhängig, das Instrument reagiert vielmehr lediglich auf die Quantität der die Auffangedose treffenden Strahlung.

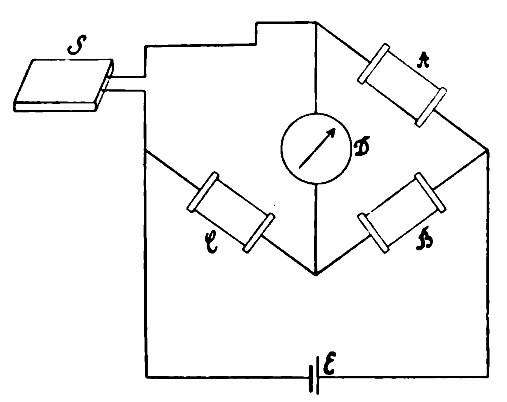


Fig. 2.
Schema der Intensimeterschaltung.

Das Meßinstrument, welches die Widerstandsänderungen der Selenzelle anzeigt, besteht im wesentlichen aus einem Deprez d'Arsonval-System hoher Empfindlichkeit, welches mit der Selenzelle, sowie einer Reihe von festen Widerständen in sogenannter Wheatstonescher Brückenschaltung vereinigt ist. Das einfache Schema einer solchen Brückenschaltung gibt Figur 2 wieder, in welcher S die im Strahlenempfänger befindliche Selenzelle, A, B und C 3 Widerstände bedeuten; in welcher Weise diese untereinander verbunden sind, erkennt man aus der Zeichnung. Von 2 einander gegenüberliegenden Punkten gehen ferner, wie man sieht, Leitungen zum Deprez d'Arsonval-System D, welches den Zeiger des Instrumentes in Bewegung setzt. Der hierzu nötige elektrische Strom wird von einer Trockenbatterie E geliefert, welche mit 2 anderen Punkten der Brücke in Verbindung steht. Wählt man nun die 3 Widerstände

[1]) Es ist dies wohl das erstemal, daß an einer so großen Zahl von Selenzellen systematische Messungen vorgenommen wurden; die früher bekannt gewordenen Versuchsresultate beziehen sich durchweg auf wenige Einzelexemplare. Es ist beabsichtigt, das umfangreiche, hauptsächlich in physikalischer Beziehung interessierende Material, an anderer Stelle zu publizieren.

A, B und C so aus, daß der Widerstand der Selenzelle sich zu demjenigen von C verhält, wie der von A zu dem von B, so tritt nach allgemeinen elektrodynamischen Gesetzen zwischen den beiden Punkten, mit welchen D in Verbindung steht, keine Potentialdifferenz auf, es kann mithin durch das Deprez d'Arsonval-System kein Strom fließen. Der Zeiger schlägt also auch nicht aus. Ändert sich dagegen dieses Verhältnis der Widerstände, indem etwa die Selenzelle von Röntgenstrahlen getroffen wird und einen geringeren Widerstandswert annimmt, so tritt zwischen den beiden vorgenannten Punkten eine Potentialdifferenz auf. Die Folge hiervon ist ein Stromfluß durch das Deprez d'Arsonval-System hindurch, der Zeiger schlägt aus, und die Größe des Ausschlages ist ein Maß für die Größe der Widerstandsänderung des Selens und damit gleichzeitig ein Maß für die auf die Selenzelle treffende Strahlenintensität.

Die Größe des Zeigerausschlages ist nun aber außer von den Widerstandsverhältnissen in der Wheatstoneschen Brücke gleichzeitig abhängig von der Größe der Spannung, welche an die Brücke gelegt wird, also von der Batteriespannung. Diese sinkt aber bei einer Trockenbatterie bekanntlich während des Gebrauches allmählich ab, so daß die Angaben eines solchen Instrumentes nach längerer Benutzung zu niedrig sein würden, wenn nicht durch besondere Maßnahmen dafür gesorgt würde, daß stets die Batteriespannung ihren konstanten Wert beibehält. Diese Vorsorge ist beim Intensimeter auf recht einfache Weise getroffen worden. Die zur Verwendung gelangende Batterie liefert nämlich im ungebrauchten Zustande eine Spannung von ca. 4,7 Volt. Nun wird aber nicht diese volle Spannung an die Brückenschaltung gelegt, sondern durch Zwischenschaltung eines entsprechend dimensionierten Widerstandes gelangt nur eine Spannung von etwa 3,2 Volt zur Wirkung. Dieser Widerstand ist in der Weise variabel, daß man durch einfaches Drehen eines Knopfes verschiedene Größenwerte in stetig verlaufender Weise einschalten kann, so daß mithin durch Drehen dieses Knopfes die Brückenspannung ihrem Werte nach verändert wird. Sinkt nun während der Gebrauchsdauer die Spannung der Batterie allmählich herab (es vergeht darüber eine relativ lange Zeit, da die vom Instrument verbrauchte Stromstärke nur ca. $^1/_{1000}$ bis $^1/_{100}$ Ampère beträgt), so hat man den Betrag, um welchen die Spannung sich vermindert hat, durch Drehung an dem erwähnten Regulierknopf wieder auszugleichen. Die Prüfung, ob man wirklich stets mit konstanter Spannung arbeitet, ist in sehr sinnreicher und einfacher Weise so ausgearbeitet, daß sie nur eines Handgriffes bedarf und wenige Sekunden in Anspruch nimmt, so daß man sie beliebig oft vornehmen kann. Das Intensimeter besitzt nämlich, wie man aus Figur 1 erkannt, einen Schalter, der dazu dient, den Batteriestrom einzuschalten, sobald man das Instrument in Benutzung nimmt. Dieser Schalter besitzt, wie man sieht, 3 Stellungen. Die beiden Stellungen „Aus“ und „Ein“ sind die üblichen; die dritte, mit „Prüfen“ bezeichnete Stellung erfüllt nun den oben genannten Zweck der Prüfung auf konstante Batteriespannung. Gibt man dem Schalter diese Stellung, so schlägt der Zeiger, wenn die Batteriespannung die vorgeschriebene ist, genau bis zu dem auf der Skala des Instrumentes sichtbaren roten Strich (mit „P“ bezeichnet) aus. Ist die Batteriespannung dagegen eine andere als die vorgeschriebene, etwa durch den Gebrauch herabgesunken, so bleibt der Zeiger unterhalb dieses Striches stehen, und man dreht dann solange an dem Regulierknopf, bis der Zeiger sich wieder mit dem Prüfstrich deckt. Das ist eine Manipulation von nur wenigen Sekunden Dauer, und die Prüfung ist mit dieser Einstellung auf den Prüfstrich beendet. Diese einfache Art der Konstanterhaltung der Batteriespannung basiert auf einem kleinen technischen Kniff; durch die Umschaltung auf die Stellung „Prüfen“ wird nämlich an Stelle der Selenzelle ein vierter Widerstand von bestimmtem Wert in die Wheatstonesche Brücke eingeschaltet, so daß an den beiden Verzweigungspunkten, mit welchen das Deprez d'Arsonval-System verbunden ist, eine Potentialdifferenz erzeugt wird, die proportional der Batteriespannung ist. Ihre Größe wird durch den Ausschlag des Instrumentes D angezeigt. Sobald man nun durch die Drehung des Regulierknopfes dafür sorgt, daß dieser Ausschlag stets einen konstanten Wert besitzt, gewährleistet man hierdurch gleichzeitig einen konstanten Batteriespannungswert.



Die praktische Handhabung des Intensimeters gestaltet sich also einfach folgendermaßen: Nachdem man sich bei der Stellung „Prüfen“ des Schalters davon überzeugt hat, daß der Zeiger auf dem Prüfstrich steht, setzt man die Auffangedose den Röntgenstrahlen aus, indem man dabei die Belastung wählt, mit welcher die Bestrahlung vorgenommen werden soll. Man liest dann auf der Skala des Intensimeters ab, welche Strahlenmenge die Röhre pro Minute liefert, und zwar in der Entfernung von der Röhre, in welcher sich die Auffangedose befindet. Man wird der Einfachheit halber hierfür wohl stets die Haut-Fokus-Distanz wählen. Die Röhre ist dann geeicht und man kann die Auffangedose wieder entfernen, um die Bestrahlung vorzunehmen. Eventuell kontrolliert man am Ende der Bestrahlung noch einmal, ob die Strahlenintensität konstant geblieben ist. Das Intensimeter zeigt also die Flächenenergie (nach Christen) pro Minute an, was identisch ist mit der Strahlenintensität.

b) Intensitätsmessungen.

Die Einheit, nach welcher die Skala des Intensimeters eingeteilt ist, beträgt 1 F.; es ist dies eine ursprünglich willkürlich gewählte Einheit, über deren Zusammenhang mit den bisher gebräuchlichen konventionellen Dosierungseinheiten weiter unten gesprochen werden wird. Wenn das Instrument wirklich die Strahlenintensität mißt, so müssen seine Angaben umgekehrt proportional mit dem Quadrat des Fokusabstandes sich ändern. Es muß dies bei allen praktisch in Frage kommenden Härtegraden der Fall sein, da ja andernfalls die Angaben des Instrumentes vom Härtegrad abhängig sein würden. Wir haben eine große Anzahl von Messungen in der Weise vorgenommen, daß wir bei allen möglichen Härtegraden die Auffangedose in wechselndem Fokusabstand angebracht und die dazugehörigen Intensitäten abgelesen haben, indem wir gleichzeitig dafür sorgten, daß die Strahlungsintensität der Röhre während der ganzen Dauer jedes einzelnen Versuches konstant blieb. Letzteres konnte, abgesehen von der Beobachtung des seinen Ausschlag nicht verändernden Milliampèremeters, dadurch kontrolliert werden, daß mehrfach die Auffangedose auf ein und dieselbe Entfernung eingestellt und festgestellt wurde, daß die Intensität an eben dieser Stelle die gleiche geblieben war. Wir haben bei allen angewendeten Härtegraden das Gesetz von der quadratischen Abnahme der Intensität innerhalb der möglichen Fehlergrenzen bestätigt gefunden und geben nachstehend eine der hierbei gewonnenen zahlreichen Tabellen, wie sie in ihrer Gestalt typisch auch für sämtliche anderen Versuche sind:

Tabelle 1.

Fokusabstand	Intensität	Quadrat des Fokusabstandes, mit der Intensität multipliziert
50 cm	1,75	4375
45 „	2,2	4455
40 „	2,7	4320
30 „	4,4	3960
20 „	10,65	4260
25 „	6,9	4313

Für die Produkte aus dem Quadrat der Entfernung und der Intensität ergibt sich aus vorstehender Tabelle ein Mittelwert von 4280,5, woraus eine mittlere Abweichung der Einzelwerte gegenüber diesem Mittelwert von 2,77 % resultiert. Der mittlere Fehler ist also außerordentlich klein und liegt noch weit innerhalb der zulässigen Beobachtungsfehlergrenzen.

c) Absorptionsmessungen.

Die Einfachheit und Schnelligkeit der Ablesung der Strahlenintensität mittels des Intensimeters gestattet nun ohne weiteres, den Vorgang der Absorption innerhalb der verschiedensten

Materialien zu verfolgen, sowie festzustellen, welcher Bruchteil der Strahlungsintensität unter beliebigen Schichtdicken noch vorhanden ist, eine Frage, die ja für die Tiefentherapie bekanntlich eine hervorragende Rolle spielt. Dadurch, daß man mit dem Intensimeter die Strahlenintensität oberhalb und unterhalb eines Filters innerhalb weniger Sekunden ablesen kann, bestimmt man eine Größe, welche in enger Beziehung zum Absorptionskoeffizienten der Strahlen in dem betreffenden Material steht, und es ist infolgedessen, wie man leicht einsieht, prinzipiell möglich, diese Intensitätsmessung zu einer absoluten Härtemessung der Strahlen zu verwenden. Über die praktische Durchführung dieses Gedankens, d. h. die Verwendung des Intensimeters ebenfalls zu Härtemessungen, wird Fürstenau demnächst in einer besonderen Arbeit berichten.

Wir wollen uns an dieser Stelle darauf beschränken, einige typische Zahlen anzuführen, die wir bei Absorptionsmessungen an verschiedenen Materialien gewonnen haben. Wir sind dabei, diese Absorptionsmessungen systematisch in großem Umfange durchzuführen, und zwar an einer großen Anzahl für die Praxis interessanten Materialien und bei sämtlichen praktisch in Frage kommenden Härtegraden, bei ungefilterter und verschiedenartig gefilterter Strahlung. Das hieraus resultierende umfangreiche Material werden wir nach Beendigung unserer Messungen bekannt geben.

Im Nachfolgenden geben wir eine Zahlenreihe wieder, die wir erhalten haben, indem wir bei konstantbleibender Strahlenintensität allmählich immer dickere Aluminiumschichten von den Strahlen passieren ließen:

Tabelle 2.

Schichtdicke des Aluminiums in mm	Strahlenintensität
0	33
0,4	28
0,8	24,5
1,2	22,5
1,6	21,0
2,0	19,25
2,4	17,75
2,8	16,25
3,2	15,25
3,6	14,25
4,0	13,5
4,4	12,5
4,8	11,75
5,2	11,0
5,6	10,25
6,0	9,75
6,4	9,0
6,8	8,5
7,2	8,0

Aus diesen Werten erhält man die in Figur 3 abgebildete Absorptionskurve, welche, wie man sieht, das typische Aussehen der bisher bekannten Absorptionskurven besitzt. Man kann aus dieser Kurve natürlich ohne weiteres die Halbwertschicht der verwendeten Strahlung für das betreffende Material, also im vorliegenden Fall Aluminium, ablesen. Die Anfangsintensität betrug 33, die Hälfte davon ist 16,5; sucht man diesen Wert in der Absorptionskurve auf, so findet man als dazugehörige Schichtdicke 2,7 mm Aluminium. Figur 4, 5, 6 und 7 geben die entsprechend gewonnenen Absorptionskurven für Blei, Staniol, Neusilber und Pappe wieder. Sie sollen nur ein allgemeines Bild über die Gewinnung solcher Absorptionskurven mit dem Intensimeter abgeben, eingehende Messungen bei verschiedenen Härtegraden, werden, wie erwähnt, später folgen.

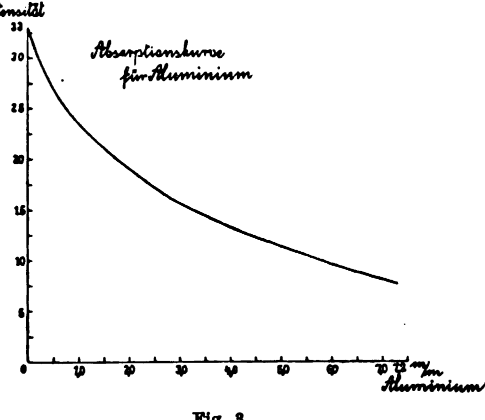


Fig. 3.

Ein Umstand erscheint uns jedoch auch jetzt schon interessant genug, um ihn nicht un-

erwähnt zu lassen. Es ist dies folgender: Wenn man Strahlen eines bestimmten Härtegrades durch ein Filter — sagen wir etwa 3 mm Aluminium — hindurchgehen läßt, so tritt bekanntlich eine Härtung des hindurchtretenden Strahlengemisches ein. Das ist jene Tatsache, die wir als Röntgensches Absorptionsgesetz bezeichnen. Wenn wir den von Christen zur Verknüpfung von Intensität und Härte ausgebildeten Begriff der Halbwertschicht benutzen, so werden wir also sagen müssen, daß die Halbwertschicht der Strahlung nach Passieren des Filters zugenommen hat. Wenn wir also unter das 3 mm Aluminiumfilter noch ein zweites Filter bringen, welches die Intensität gerade auf die Hälfte der unter dem Filter herrschenden verringert, dann messen wir durch die Dicke dieses Filters die Halbwertschicht der filtrierten Strahlung. Wenn wir nun die Kombination der beiden Filter in der Weise ändern, daß wir das 3 mm-Filter nach unten bringen (von der Strahlenquelle abgekehrt) und das vorher unten liegende Filter, das natürlich aus einem anderen Material als Aluminium bestehen muß, nach oben bringen, so wird folgende, auf den ersten Blick vielleicht paradox anmutende Tatsache auftreten müssen: Die Strahlungsintensität, unterhalb der beiden Filter gemessen, muß eine verschieden große sein, je nachdem, ob wir das Aluminiumfilter oder das zweite Filter aus dem anderen Material oben hinlegen. Also: In beiden Fällen passiert die gleiche Strahlenmenge die gleiche Filterkombination (nur in verschiedener Reihenfolge), und wir erhalten trotz gleicher Strahlenintensität, gleichem Filtermaterial und gleicher Filterdicke doch unterhalb der beiden Filter eine verschieden große Intensität. Dieses eigenartige Phänomen muß in der Tat eintreten, weil ja die Strahlung einer verschieden gearteten Transformation unterworfen ist, je nachdem, ob sie zuerst das Aluminium oder das andere Material, z. B. Messing, passiert und infolgedessen auch je nach dem Grade der eingetretenen Härtung durch das zweite Filter ein größerer oder geringerer Teil der transformierten Strahlung absorbiert wird. Wenn das stärker härtende Material oben liegt, dann muß die unter beiden Filtern zu messende Intensität größer sein, als wenn das weniger stark härtende Material oben liegt; bei einer Kombination von Blei und Aluminium z. B. muß die Intensität unter beiden geringer sein, wenn die Strahlen zunächst durch Aluminium und dann durch Blei gehen, als wenn das Umgekehrte der Fall wäre. Diese eigenartige Erscheinung, die nach vorstehenden Überlegungen auftreten muß und die bislang wohl noch nie experimentell nachgewiesen worden ist, haben wir mit dem Intensimeter nachgeprüft und geben nachstehend einige Zahlen an, welche die vorstehenden Erwägungen in durchaus eindeutiger Weise bestätigen:

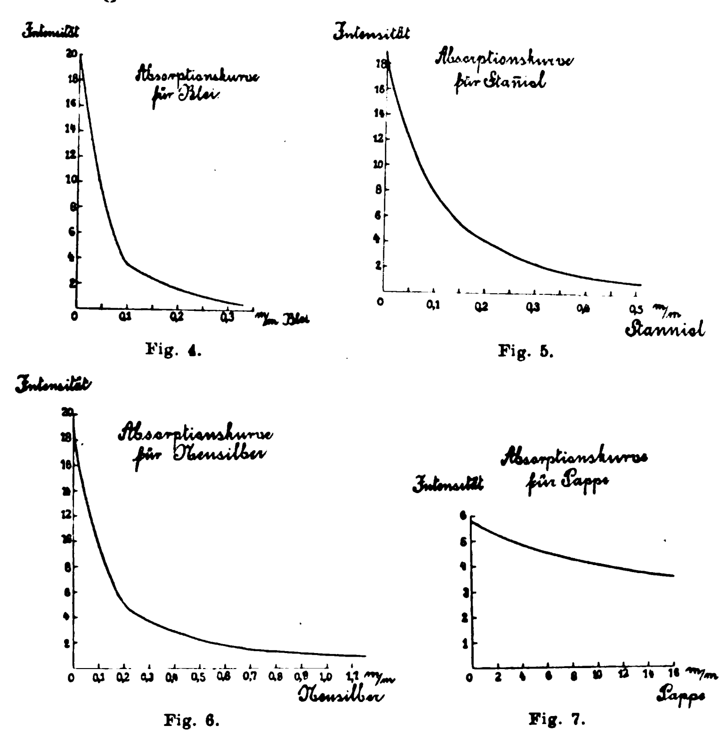


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

1. Kombination von 0,1 mm Blei und 2,8 mm Aluminium,
   a) die Strahlen durchdringen zunächst das Aluminium, dann das Blei,
      Intensität unter beiden Filtern 2,6,
   b) die Strahlen durchdringen zunächst das Blei, dann das Aluminium,
      Intensität unter beiden Filtern 2,75.



2. 0,2 mm Blei und 2,8 mm Aluminium,
   a) Aluminium oben, Blei unten, Intensität 1,1,
   b) Blei oben, Aluminium unten, Insensität 1,25.
3. 0,3 mm Blei, 2,8 mm Aluminium,
   a) Aluminium oben, Blei unten, Intensität 0,3,
   b) Blei oben, Aluminium unten, Intensität 0,35.
4. Kombination von Staniol und Aluminium:

Stanioldicke:	Anordnung:		Intensität:
0,08	Aluminium oben,	Staniol unten	4,7
0,08	Staniol oben,	Aluminium unten	4,4
0,16	Aluminium oben,	Staniol unten	3,0
0,16	Staniol oben,	Aluminium unten	2,7
0,24	Aluminium oben,	Staniol unten	1,85
0,24	Staniol oben,	Aluminium unten	1,65
0,32	Aluminium oben,	Staniol unten	1,15
0,32	Staniol oben,	Aluminium unten	1,0
0,40	Aluminium oben,	Staniol unten	0,55
0,40	Staniol oben,	Aluminium unten	0,45

Diese Messungen an der Kombination: Staniol-Aluminium sind insofern besonders interessant, als sie die Tatsache bestätigen, daß das Zinn (als zur Gruppe Silber, Zinn, Kadmium gehörend) eine nur ganz minimale Härtung der Strahlen verursacht, und zwar eine weit geringere als Aluminium; daher sind die Intensitätswerte größer, wenn das Aluminium oben liegt, als wenn umgekehrt das Staniol zuerst von den Strahlen passiert wird. Es ist dies also eine recht hübsche, einfach und leicht ausführbare Demonstration der Tatsache, daß man als Material zur Strahlenhärtung kein ungünstigeres als Staniol wählen kann. Staniol absorbiert also wohl Strahlen, aber es transformiert nicht den Charakter der Strahlung nach der härteren Seite hin.

Für Messing haben wir gefunden, daß bei diesem Material kein nennenswerter Unterschied in Bezug auf den Härtungsbetrag gegenüber Aluminium besteht. Für Nickel, Neusilber und Kupfer haben wir in ganz ähnlicher Weise wie beim Blei durchweg Zunahme der Intensität unter den beiden Filtern beobachtet, wenn das Aluminium unten lag.

Die Gültigkeit des Röntgenschen Absorptionsgesetzes kann man auch in der Weise nachprüfen, daß man die Strahlenintensität unter vielen verschiedenen gleichmäßig zunehmenden Schichtdicken mißt, wie dies z. B. in Tabelle 2 am Aluminium ausgeführt war. Wenn man von Schichtdicke zu Schichtdicke jedesmal den Absorptionskoeffizienten aus den gemessenen Intensitäten berechnet, so muß ja dieser Absorptionskoeffizient seinem Werte nach um so geringer werden, je größer die Schichtdicke wird. Wenn man dies aus den Zahlen der Tabelle 2 tut, so erhält man das Bild, welches Figur 8 wiedergibt. In dieser Figur sind als Abszisse die Schichtdicken aufgetragen und als Ordinaten die Absorptionskoefffzienten bezogen auf 0,4 mm Aluminium, welche der betreffenden Schichtdicke entsprechen. Wie man aus der erhaltenen Kurve sieht, fällt der Wert des Absorptionskoeffizienten mit zunehmender Schichtdicke deutlich ab, d. h. die Strahlung wird, dem Röntgenschen Absorptionsgesetz entsprechend, mit wachsender Schichtdicke härter. Die progessive Härtung erfolgt jedoch nur bis zu einer bestimmten kritischen Dicke, die, wie man aus der Kurve der Fig. 8 ohne weiteres sieht, bei ca. 3 mm Aluminium liegt. Für die Praxis bedeutet das die Bestätigung der Tatsache, daß die optimale Dicke der Aluminiumfilter für die Tiefentherapie 3 mm beträgt, und daß es also zwecklos ist, noch größere Dicken zu wählen. Jenseits der Schichtdicke von 3 mm Aluminium erfolgt nur noch eine weitere Apsorption, d. h. eine zunehmende Schwächung der Strahlen-

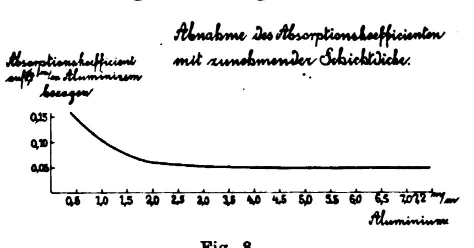


Fig. 8.

intensität, ohne daß damit eine weitere Härtung verknüpft wäre. Es findet also nur noch reine „Absorption", jedoch keine „Filtration", wie wir sie anstreben müssen, statt.

d) Die praktische Verwendung des Intensimeters in Therapie und Diagnostik.

Über die praktische Anwendung des Intensimeters ist das Wesentliche bereits unter a) gesagt worden. Die Handhabung ist außerordentlich einfach, und die Ablesung, weil sie objektiv ist, ebenso einfach wie sicher. Die Einheiten, nach welchen die Skala des Intensimeters eingeteilt ist, sind durch viele Vergleichsversuche mit den bisherigen konventionellen Skalen, also hauptsächlich mit Holzknecht- und Kienböckeinheiten in Parallele gesetzt worden, und als relativ einfachste Vergleichsbeziehung hat sich ergeben, daß die Kienböckeinheit 1 x ungefähr identisch ist mit 6 F (Intensimetereinheiten). Will man also die Sabouraud-Volldosis = 5 Holzknecht = 10 Kienböck bei weichen Strahlen applizieren, so gibt man $10 \times 6 = 60$ F. Da bei harten gefilterten Strahlen jedoch bekanntlich die Sabouraud-Volldosis nicht mehr mit 10 Kienböck identisch ist, sondern etwa 25 x entspricht (infolge der langsameren Verfärbung der Sabouraudtablette durch harte Strahlen), so sind bei Applikation einer Volldosis in diesem Fall 25×6 F = 150 F zu applizieren. Liefert also bei einer Tiefenbestrahlung die konstant arbeitende Röhre nach Angabe des Intensimeters 10 F pro Minute, so hat man in 10 Minuten 150 F = 25 x = 5 H = 1 Volldosis nach Sabouraud-Noiré appliziert.

In der Diagnostik verwenden wir das Intensimeter mit Vorteil, um vor einer Durchleuchtung schnell festzustellen, wie lange wir bei der gewählten Belastung unbedenklich durchleuchten dürfen, ohne eine Schädigung zu befürchten; die gleichen Messungen haben wir ein für alle Mal für die hauptsächlichsten Aufnahmen bei den bei uns üblichen Belastungen vorgenommen, um auch hier vor Schädigungen bei eventuellen Serien von Aufnahmen am gleichen Patienten sicher zu sein. Ein weiteres Anwendungsgebiet für das Intensimeter in der Diagnostik dürfte sich auf Grund folgender Überlegung ausbauen lassen: Um eine vollkommen durchexponierte Aufnahme zu erhalten, bedarf es je nach der Dicke und Durchlässigkeit des betreffenden Teiles einer ganz verschieden großen Strahlenmenge. Wenn wir also bei den verschiedenen in praxi hauptsächlich vorkommenden Aufnahmen die zur Erreichung der richtigen Plattenschwärzung nötige Strahlenmenge auf der Körperoberfläche des Patienten bestimmen, d. h. also, bevor die Strahlen den Körper durchdrungen haben, so werden wir ganz verschiedene Werte für die Strahlenintensität erhalten, bei einer Handaufnahme beispielsweise eine weit geringere Strahlenmenge als bei einer Thoraxaufnahme. Wesentlich anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn wir diese Strahlenmessung hinter dem Patienten vornehmen, nachdem also die Strahlen den Körper passiert haben. Wir messen dann nur den Anteil der Strahlung, welcher den Körper durchdrungen hat und die Schwärzung der photographischen Platte hervorruft. Es ist nun klar, daß die Strahlenmenge, welche die Platte gerade bis zum richtigen Betrag, also bis zu dem Zustande, den wir „durchexponiert" nennen, schwärzt, ihrem Betrage nach an dieser Stelle ausschließlich noch vom Härtegrad abhängig sein wird. Für jeden Härtegrad wird, mit anderen Worten, eine ganz bestimmte Strahlenmenge zu ermitteln sein, welche gerade die Platte bis zum richtigen Grade schwärzt. Man wird demnach eine Tabelle aufstellen können, welche die zur vollkommenen Plattenschwärzung erforderlichen Intensitätswerte und die dazugehörigen Härtegrade enthält, und man wird praktisch dann folgendes machen können: Bei Anfertigung einer Aufnahme legt man die Auffangedose des Intensimeters unter das betreffende Objekt, belastet die Röhre mit derjenigen Stromstärke, mit welcher man die Aufnahme machen will und liest auf dem Intensimeter direkt die Expositionszeit ab, welche nötig ist, um unter den gewählten Verhältnissen eine einwandfrei durchexponierte Platte zu erhalten. Eine Unter- oder Überexposition würde dadurch ein für allemal unmöglich gemacht sein. Leider stehen dem Ausbau der Methode nach dieser Richtung hin vorläufig noch einige praktische Schwierigkeiten entgegen, die daraus resultieren, daß nur eine außerordentlich minimale Strahlenmenge bei stärkeren Objekten durch dieselben



hindurch auf die photographische Platte gelangt, sind doch 25 cm und mehr Schichtdicke zu durchdringen, und es schwer ist, für diese winzigen Strahlenintensitäten eine genügend weite Skaleneinteilung zu schaffen. Wir hoffen aber, daß diese Schwierigkeiten sich überwinden lassen und setzen unsere Versuche nach dieser Richtung hin weiter fort.

Zusammenfassend können wir wiederholen, daß im Gegensatz zu allen theoretischen Bedenken, die auch wir ursprünglich der Verwendung der Selenzelle zu Dosierungszwecken infolge der früheren unzulänglichen Form derselben entgegenbrachten, und die uns zu einer besonders kritischen Prüfung veranlaßten, wir heute nach den täglichen Erfahrungen eines Jahres sagen können, daß wir das Intensimeter mit seinen zahlreichen Vorzügen für einen großen Fortschritt in der Dosierungstechnik halten und es auf Grund unserer eigenen Erfahrung durchaus empfehlen können.

Berlin, im Juli 1914.

Aus der chirurgisch-orthopädischen Anstalt und dem Röntgeninstitut von Dr. Stein in Wiesbaden.

Die Zentrierung schwieriger Röntgenaufnahmen.

Von

Dr. med. **Albert E. Stein** in Wiesbaden.

Jeder Röntgenologe, der zahlreiche Skelettaufnahmen anzufertigen hat, weiß, daß es eine ganze Reihe von Aufnahmen gibt, bei denen die Zentrierung mit größeren Schwierigkeiten verknüpft ist und bei denen es infolgedessen sehr häufig Mißerfolge insofern gibt, als bei einer im übrigen durchaus wohlgelungenen, d. h. sowohl richtig exponierten wie richtig entwickelten Aufnahme nicht diejenige Stelle, auf die es gerade ankam, in die Mitte der Platte kommt, sondern vielmehr eine weiter oberhalb bzw. weiter unterhalb gelegene Gegend. Ja es kommt sogar, besonders wenn kleinere Blenden in Anwendung gezogen werden, nicht allzuselten vor, daß die in Betracht kommende zur Untersuchung stehende Stelle überhaupt nicht mehr im Bildbereich sich befindet oder so nah an dessen Rand, daß sie zur Diagnosenstellung nicht mehr verwendet werden kann. Ich erinnere nur an Aufnahmen einzelner Lendenwirbel, einzelner Teile des Hüttgelenks bei fetten Personen und ähnliches.

Eine Vorrichtung, welche mit absoluter Sicherheit die vorerwähnten Mißstände und Enttäuschungen ausschließt und zugleich gestattet, auch bei Verwendung kleiner und kleinster Plattenformate und Blenden die gewünschte Gegend stets exakt zu treffen, dürfte daher für viele Kollegen von Wert sein. In diesem Sinne möchte ich in den nachfolgenden Zeilen einen kleinen Apparat beschreiben, der mir seit mehreren Jahren vorzügliche Dienste geleistet hat, der mir viel teueres Plattenmaterial ersparte und dessen Brauchbarkeit daher hinreichend erprobt ist.

Die Vorrichtung (Fig. 1), welche sich ohne weiteres an jedem Aufnahmetisch mit Hilfe einer Schraube befestigen läßt, besteht aus drei vernickelten Metallschienen, von denen die eine (S) senkrecht feststeht, während die beiden andern (S1 und S2) gegen S sowohl der Höhe wie auch der Länge nach verschieblich und mit Hilfe von Feststellvorrichtungen (H1 und H2) an jeder beliebigen Stelle zu fixieren sind. Die Stangen S1 und S2 haben eine eingravierte Skala mit Zentimetereinteilung, die auf beiden Stangen gleichlautend vorgesehen ist. Die Stange S2 hat an ihrem vorderen Ende einen Ring 0, während die Stange S1 an ihrem vorderen Ende ein in der Höhenrichtung verstellbares Lot trägt.

Die Zentrierung einer Aufnahme findet in folgender Weise statt (Fig. 2):

Nachdem der Patient auf dem Aufnahmetisch Platz genommen hat (oder auch schon vorher), wird die Zentriervorrichtung an den Tisch angeschraubt und das vordere Ende (0)



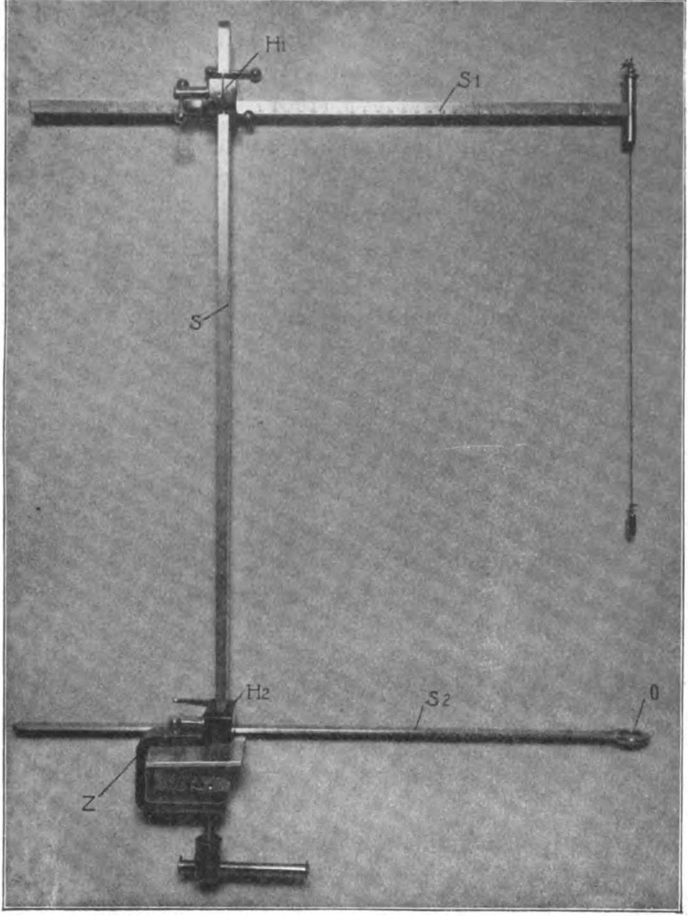


Fig. 1.

der Stange S2 genau in die Mitte der inzwischen auf den Tisch gelegten Kassette, die die Platte enthält, bzw. auf die Mitte der in Papier eingeschlagenen Platte gelegt und in dieser Lage durch die Feststellvorrichtung H2 zunächst unverrückbar fixiert. Darauf wird der Patient so auf die Kassette gelagert (Fig. 2), daß die vorher mit einem Hautstift markierte Stelle an der Oberfläche des Körpers, welche der äußeren Projektion der im Innern aufzunehmenden Stelle entspricht, ganz genau in den Ring 0 und damit also in das Zentrum der Platte zu liegen kommt. Nunmehr liest man an der Skala von S2 ab, welche Zahl dem bei H2 angebrachten Zeiger entspricht und stellt die obere Stange S1 jetzt auf die gleiche Zahl bei dem Zeiger H1 ein. Wenn man nun das Lot von S1 auf den Körper des liegenden Patienten herabgleiten läßt und sich wieder mit einem Hautstift diejenige Stelle an der Hautoberfläche bezeichnet, auf welche das Lot auftrifft, so hat man damit die Stelle gefunden, auf welche der Röntgenzentralstrahl einzustellen ist, um die gesuchte Aufnahme mit Sicherheit in die Mitte des Plattenfeldes zu projizieren. Nunmehr wird die Zentriervorrichtung abgenommen oder auch nur die beiden Stangen S1 und S2 zurückgezogen, die Röhre in der üblichen Weise eingestellt und die Aufnahme gemacht. Die ganze Sache dauert, wenn man ein ganz klein wenig sich darin geübt hat, nur allerkürzeste Zeit und kann mit Leichtigkeit auch vom Hilfspersonal ausgeführt werden. Der Arzt hat dann nur nötig, mit dem Hautstift vor der Aufnahme diejenige Stelle zu bezeichnen, an deren genauer Einstellung ihm gelegen ist.

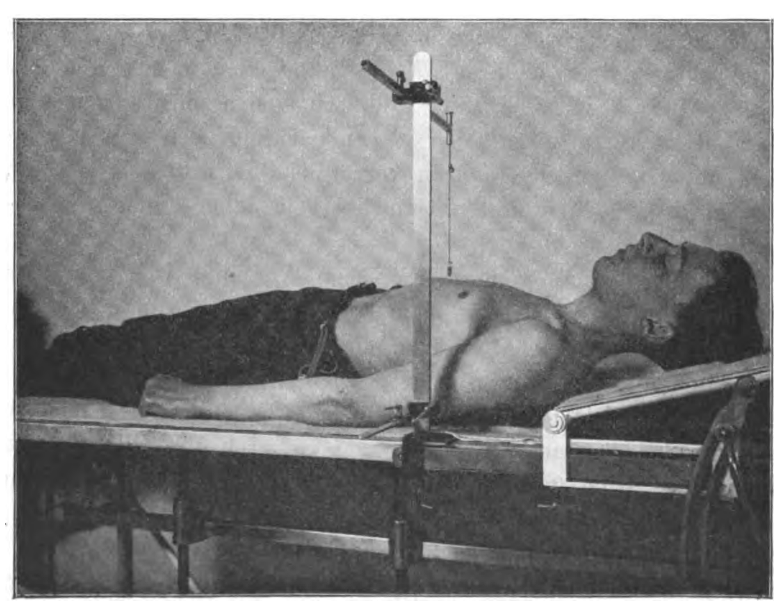


Fig. 2.

Da, wie ich aus den diversen Katalogen der hauptsächlich in Betracht kommenden Firmen entnommen habe, ähnliche Vorrichtungen bisher kaum vorhanden sind, so glaube ich, den vorstehend beschriebenen Apparat, dessen Herstellung die Veifa-Werke in Frankfurt a. M. übernommen haben, der Beachtung der Fachgenossen empfehlen zu dürfen.

Dr. med. Alexander Hörder.

In den Kämpfen vor Antwerpen fiel als Leutnant der Reserve im 18. Fuß-Art.-Reg. Dr. med. Alexander Hörder.

Hörder kam nach Abschluß seines Studiums als Assistent zu Prof. Krause nach Bonn, wo er sich sehr energisch und rasch in die Röntgentechnik einarbeitete und besonders der Röntgendiagnostik des Magen- und Darmtraktus lebhaftes Interesse entgegenbrachte. Hunderte von Aufnahmeserien führte er durch und zeigte dabei großes Verständnis und scharfe Kritik in der diagnostischen Bewertung.

Er widmete sich ferner mit großer Sorgfalt therapeutischen Versuchen mit Mesothorium und Thorium X-Emanation. Seine Referate in den Fortschritten sprechen für seine kritische Begabung.

Zuletzt war er II. Arzt im Sanatorium des Dr. Schorlemmer in Godesberg, wo er seine röntgenologischen Studien fortsetzte.

Hörder war ein gewissenhafter und fleißiger Arzt, welcher freundlich und fürsorglich mit den ihm anvertrauten Kranken verkehrte. Alle, die ihn gekannt haben, werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Correspondenzen[1]).

Vier Monate Tätigkeit im Felde.

Von Stabsarzt Prof. Dr. **Klieneberger**[2]), Chefarzt des Seuchenlazaretts der 5. Armee in Inor b. Stenay.

Der große Krieg hat die Betätigung der Ärzte ganz anders gestaltet, als man es im Frieden sich hätte träumen lassen. Bei der verschiedenen Aufgabe, die den einzelnen Formationen zuteil wurde, werden Inanspruchnahme und Erlebnisse weitgehend differieren. Der Truppenarzt hat bei dem Vorwärtsdrängen in den ersten Wochen die Entbehrungen und Anstrengungen der Truppe voll teilen, und dabei in den Gefechten wesentlich chirurgische Tätigkeit, vorübergehend, ununterbrochen ausüben müssen. Daneben kamen mannigfach durch Wechsel der Ernährung und der Witterung bedingte Ernährungsstörungen, bei deren Diätbehandlung man im wesentlichen auf Kaffee, Suppe und Mannschaftszwieback, übrigens mit Erfolg, angewiesen war. Die Ärzte der Feldlazarette kamen zum Teil wochenlang nicht zur Betätigung, um sich dann wieder vor die Notwendigkeit gestellt zu sehen, einige Tage und Nächte zum Teil unter der Gefahr des Granatfeuers, arbeiten zu müssen.

Die Kriegslazarette führten im Anfang ein beschauliches Dasein, allerdings nur bei Betrachtung aus der Vogelperspektive; das Umherziehen und Stilliegen ohne Beschäftigung, wie es einen Monat lang anhielt, war wirklich nicht angenehm. Es erfolgten dann gelegentlich Abkommandierungen aus den Kriegslazarettabteilungen, wenn es galt, in stehenden Lazaretten und Krankenhäusern die aus den geleerten Feldlazaretten überwiesenen Verwundeten aufzunehmen.

Die wichtigste Aufgabe war wohl, die Verbände zu erneuern, Wunden zu versorgen, Schienenverbände anzulegen u. dgl. mehr. So habe ich vorübergehend mich in Hayingen in dem luxuriös ein-

---

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind **direkt** an die **Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg**, zu richten.

[2]) Ich berichte nach persönlichen Erfahrungen bzw. Erlebnissen lediglich über Verhältnisse bei **der Westarmee.**

gerichteten Krankenhause de Wendel chirurgisch betätigt, dabei leistete ein vorzüglicher stabiler Röntgenapparat auch zur Feststellung der Lage von Steckschüssen und zur Kontrolle der Lage der Knochenbruchstücke nach angelegtem Verband recht gute Dienste. Anfang September dann, als zunächst vereinzelt Typhus- und Ruhrerkrankungen vorkamen, sowie gleichzeitig mit dem Witterungsumschlag Gelenkrheumatismus, Lungenentzündung und Brustfellentzündung sich einstellten, bekam ich Gelegenheit zu interner Behandlung. Als sich bald die Notwendigkeit herausstellte, ansteckende Erkrankungen wie Ruhr und Typhus strenger zu isolieren, erhielt ich nach Mitte September Befehl, in Inor, einem Sommersitz des Grafen von Imécourt, ein Seuchenlazarett zu schaffen. Aus kleinen Anfängen allmählich entstand ein Seuchenlazarett von nahezu 500 Betten. Bei den französischen Dörfern, deren Schmutz und zusammenhängende enge Bauart typisch sind, kam nur ein Pavillonsystem in Frage. So besteht das Lazarett Inor aus Schloß und Kirche als Zentralstationen, sowie acht Wohnhäusern, deren frühere Besitzer geflüchtet sind. Es ist natürlich strenge Personaltrennung durchgeführt, derart, daß die Krankenpflegepersonen von den Kranken getrennt wohnen und essen und daß Kranken- und Personalköche besondere sind. Selbstverständlich besteht Wäschetrennung usw. Ein stationäres Lazarett muß in seinen Einrichtungen nach Möglichkeit den Friedensbedürfnissen entsprechen, Beleuchtung, Heizung, Beköstigung, Wäscherei und Beseitigung der Abfallstoffe usw. aber muß den örtlichen Verhältnissen angepaßt werden.

Wir sind hauptsächlich auf Petroleum und Kerzenlicht, sowie Holzfeuerung (Kamine oder Öfen mit Ableitung durchs Fenster) angewiesen. Die Dorfwäscherei[1]) und die kleinen Privatwaschanstalten von Schloß und Villen werden mit Verwendung von zurückgebliebenen alten Frauen oder Gefangenenkommandos benutzt. Ein Kanalsystem besteht natürlich nicht, man muß also Feldlatrinen und mit Chlorkalk desinfizierte Senkgruben unterhalten. Neben der Beköstigung durch die Etappe, welche auch für die Apotheke sorgt, spielen Requisitionen von Vieh und Beschaffung von Milch mit Bezahlung durch Bons oder deutschem Gelde eine untergeordnete Rolle. Auch für die Bekleidung, zumal jetzt in den Wintermonaten, tritt sie ausreichend ein; daneben freilich spielen die Liebesgaben eine große Rolle.

Für den Betrieb des Krankenhauses bestehen eine besondere Apotheke, eingerichtetes Laboratorium und Autopsieraum.[2])

Daß regelmäßige Seelsorge stattfindet, daß ein würdiger Begräbnisplatz (ein von Tannen und Linden umrahmter Tennisplatz mit dem Blick auf Maas und Berge) vorhanden ist, erwähne ich beiläufig. Unter den bei den Mannschaften vorhandenen Handwerkern befinden sich auch Tischler und Maler, die für gemalte und gezeichnete Kreuze zu sorgen haben.

Die Krankenpflege wird von Franziskanerinnen, Dienstmägde Christi und Viktoriaschwestern ausgeübt, die sich auch im Wachtdienst abzulösen haben. Für die groben Arbeitsdienste sind Krankenwärter kommandiert. Die Verbindung der einzelnen Pavillons durch Klingeltelephon gestattet eine gewisse Einschränkung der Nachtwache.

Es sind sämtliche Kranke in Betten untergebracht. Da dem Lazarett von Anfang an Autos zur Verfügung standen, war es möglich, das Material aus verlassenen französischen Feldlazaretten, Klöstern und Häusern zu beschaffen. Die Wasserbehandlung[3]) läßt sich nicht durchführen, ganz abgesehen davon, daß das Personal zu angestrengt wäre; Badewannen scheinen wenigstens in dem von uns gesehenen Distrikt etwas Ungewöhnliches und Wasserleitung fehlt gänzlich. Es hat sich aber mit Erfolg die Pyramidonbehandlung hochfiebernder Kranker bewährt. Nur in einzelnen Fällen wurden Einpackungen verwandt. Daneben verlangt die symptomatische Behandlung der Komplikationen ihr Recht (Lunge, Herz, Darm usw.). Das Schwergewicht bei der Typhusbehandlung ist auf Pflege und Ernährung gelegt.

Bei einem Personalbestand von ca. 120 Personen, darunter 10 Ärzte, ist die ärztliche und besorgende Pflege gewährleistet, für die Anschaffung von Zerealien, Getränken, Nährungspräparaten usw. tritt die Etappe ein. Die Beköstigung ist eine so ausreichende, daß Gefangene gerne in Inor arbeiten, selbst wenn sie dafür zweimal täglich einen Marsch von 7 km machen müssen.

Es ist übrigens das ganze Personal typhusschutzgeimpft (dreimal Schutzimpfung mit Mercks Aufschwemmungsbazillen).

Von dem richtig durchgeimpften Personal ist bisher niemand an Typhus erkrankt. Es trifft dies zusammen mit der Tatsache, daß vielfach bei durchgeimpften Truppen und der allmählich durchgeimpften Kolonne keine Epidemie aufgetreten ist, sondern daß es sich noch immer um Einzelerkrankungen handelt.

Im Lazarett, das nunmehr fast drei Monate besteht, verbleiben die Kranken bis zum Eintritt der Rekonvaleszenz, dann erfolgt Weiterbeförderung nach Genesungsheim Spa, wo sie völliger Kräftigung

---

[1]) Es sind dies in Frankreich große, überdeckte, gemauerte Bassins mit Brunnenzufluß und Ablauf in die Gosse.

[2]) Einer der Ärzte ist Pathologe.

[3]) Nachdem anfänglich Ruhr- und Typhuskranke zur Aufnahme gelangten, wurde Inor bald ausschließlich Typhuslazarett.

entgegengehen. Durch die ziemlich wöchentlich erfolgenden Abtransporte ist es (im Verein mit der Etappe) möglich, kleinere Stationen ständig zu entlasten und die Armee von Kranken und Ansteckungsträgern zu befreien.

Es ist das Auftreten von Typhuserkrankungen im Osten von Frankreich selbstverständlich, da dieser endemisch verseucht ist. So rekrutieren sich die Erkrankungsfälle aus ganz verschiedenen Ortschaften und Truppenteilen, ohne daß es zu einer Epidemie gekommen ist. Da in diesen Verhältnissen und im Laufe der letzten drei Monate keine Veränderung zum Schlechten erfolgt ist, darf man annehmen, daß eine Massenverbreitung wie 1870 ausgeschlossen bleibt.

Wo ist der Fortschritt in der Tiefentherapie?

Bemerkungen zu Dr. Rosenthals Vortrag am Röntgenkongresse:

„Einiges zur Frage der Strahlentiefentherapie."

Als ich den Vortrag des Herrn Rosenthal in Nr. 19 der „M. m. W." gedruckt vor mir hatte — am Röntgenkongresse war ich leider nicht anwesend —, hatte ich den Eindruck, daß derselbe, flüchtig gehört, sehr suggestiv gewirkt haben müßte. Aber bei aufmerksamer Untersuchung finden sich darin einige Widersprüche.

Alles was Herr Rosenthal vom Dosenquotienten in der Radiotherapie ausführt, ist schon von Christen, Dessauer und Gauß längst gesagt und experimentell bewiesen worden, da ja das Prinzip der homogenen Bestrahlung in der Radiumtiefentherapie ebensogut als in der Röntgentiefentherapie gültig sein muß.

Nicht nur paradox klingend, sondern paradox ist tatsächlich die Bestrebung, Strahlengeneratoren und Röhren konstruieren zu wollen, bei deren Verwendung man möglichst „wenig x-Einheiten erhalten soll". Herr Rosenthal baut diesen Arbeitsplan auf die Beobachtung, daß das Bromsilberpapier und alle anderen chemischen Indikatoren durch harte Strahlung (vielleicht nur relativ?) weniger beeinflußt werden, als durch die weiche. Dies ist relativ richtig, aber genügt noch nicht für die Verurteilung der sogenannten „Jagd nach einer möglichst großen Zahl von x-Einheiten". Warum wollen wir denn die Radiumkapsel durch den „ultrapenetrierende" Strahlen liefernden Röntgenapparat ersetzt wissen? Die Radiumkapsel entsendet ja schon jene extrem harten Strahlen des Rosenthalschen „Idealfalles" — die γ-Strahlen schlagen doch mehrere Zoll dicke Bleischichten durch — und schwärzen noch das Bromsilberpapier. (Sie sind sogar photographisch wirksamer als α- und β-Strahlen, aber aus dieser Tatsache will ich keine theoretische Waffe gegen Herrn Rosenthal schmieden.) Um mich auch hier der Ausdrucksweise des Vortragenden zu bedienen, ist aber die Schwärzung — also die gelieferten x-Einheiten — in diesem Falle darum absolut und relativ gering, weil die Quantität der vom Radiumsalze entsandten Strahlen absolut gering und im Verhältnisse zur härteren Röntgenstrahlung einer modernen Röntgenröhre — während derselben Zeitdauer gemessen — auch relativ gering ist.

Alle Radiologen und wohl auch Herr Rosenthal würden sich gewiß sehr — sehr zufrieden, sogar glücklich fühlen, eine solche Radiumkapsel zu besitzen, deren reine γ-Strahlung während einer kurzen Spanne Zeit Hunderte von x-Einheiten liefert. Das bedeutet eben, daß man über die intensivste Strahlenquelle, vielleicht von mehreren Dekagrammen Radium, verfügen würde.

Dasselbe gilt aber von der harten Röntgenstrahlung: wenn harte, also photochemisch relativ weniger aktive Strahlen das Bromsilberpapier stark beeinflussen, so zeugt dies von einer größeren Intensität der gegebenen harten Strahlung. Ins Praktische übersetzt: harte Strahlen und viele x beweisen die höhere Leistungsfähigkeit der Strahlengeneratoren, der Röhren, d. h. des ganzen Strahlen produzierenden Rüstzeuges. Herr Rosenthal sieht den Fortschritt in der Erzeugung harter und überharter Strahlen, die den Kienböckstreifen wenig schwärzen. Ich stimme ihm bei mit der Erweiterung seines Satzes: harte, aber viele harte Strahlen!

Mein Ideal ist ein homogen-harter Strahlenkegel, der eben viele x-Einheiten erzeugt.

Heute erhalten wir eine mehr oder weniger homogene, harte Strahlung nur durch die Filtrierung, d. h. Absorption des größten Teiles der ursprünglichen Röhrenstrahlung. Nach der Filtrierung haben wir einen — sozusagen — weniger dichten, aber härteren Strahlenkegel. Und hier ist ein gewisser, zukünftiger Vorteil der Röntgenröhre über die Radiumkapsel zu vermuten. Bei der Radiumkapsel können wir nie daran denken, die Filtrierung in der Tiefentherapie entbehren zu können, denn die Zusammensetzung des Radiumstrahlenkegels, auch aus physikalisch ganz differenten Strahlungen, ist eine von der Natur gegebene, unabänderliche Tatsache. Dagegen ist die Röntgenröhre und die Strahlen erzeugende Apparatur noch vielfachen Verbesserungen zugänglich, wie es auch Herr Rosenthal zugibt. Vielleicht kommt die Technik so weit, Generatoren und Röhren zu konstruieren, deren Strahlung schon ursprüng-

lich, so einheitlich hart ist, daß die Filtrierung überflüssig wird. Aber in jedem Falle möchte ich auch möglichst viel x-Einheiten — mit und ohne Filter — zu erhalten wünschen.

Dr. E. Partos,
z. Z. Katharinenhospital, Stuttgart.

Berichtigungen.

Herr Dr. Grossmann bittet uns um nachstehende Berichtigungen:

Auf Seite 435, 1. Zeile von oben soll es statt „Volumeneinheit" heißen: „Längeneinheit".

Auf Seite 435 soll es im Kopf der Tabelle II, und ähnlich
„ „ 452, im Kopf der Tabelle VII, und
„ „ 455 „ „ „ „ VIII
statt $cm^{-1} gr^{-1}$ heißen: $cm^2 gr^{-1}$.

Auf Seite 463, 21. Zeile von oben soll es statt $k' \frac{\delta}{\beta_1}$ heißen: $\frac{k'}{k} \frac{\delta}{\beta_2}$.

In die Zeile unmittelbar vor der Tabelle auf S. 463 ist nach „für $r = 10^{-6}$ cm" noch einzufügen: „und für $k' = 1$".

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

Sitzung vom 11. Juni 1914. Referent: Immelmann.

Privatdozent Dr. **Pohl**-Berlin a. G.: **Über die Natur der Röntgenstrahlen.**

Röntgenstrahlen und die mit ihnen identischen γ-Strahlen sind prinzipiell dem sichtbaren Lichte gleichartige Vorgänge, nämlich elektrische Wellen. Der einzige Unterschied liegt in den Wellenlängen, die für das sichtbare Licht einige zehntausendstel Millimeter betragen, für die Röntgenstrahlen jedoch 1000 bis 10000 mal kürzer sind. Beim sichtbaren Lichte basiert der Beweis der Wellennatur, sowie die Messung der Wellenlänge auf den Interferenzversuchen, der Durchschneidung von mindestens zwei Wellenzügen, wie wir sie im Falle mechanischer Wellen auf jeder Wasseroberfläche sehen, in die wir gleichzeitig zwei Steine hereinwerfen, deren Einschlagstellen dann zum Ausgangspunkt konzentrischer Kreiswellen werden. Noch einfacher ist es, nur einen Stein ins Wasser zu werfen und dessen Wellenzüge an einer seitlich im Wasserstehenden Wand reflektieren zu lassen, so daß sich die direkten und die reflektierten Wellen miteinander kreuzen. So läßt sich am sichersten die fundamentale Bedingung innehalten, daß die beiden Wellenzüge den Ort der Beobachtung gleichzeitig durchlaufen und sich wirklich durchschneiden. Die analoge Anordnung benutzt man für den Fall des Lichtes: Der Stein wird durch einen leuchtenden Spalt, die seitliche Wand durch eine reflektierende Glasplatte ersetzt. Dort wo sich der direkte und der reflektierte Lichtwellenzug im Raume schneidet, sieht das Auge, eventuell unterstützt durch eine Lupe, ein System abwechselnd heller und dunkler Streifen. Der Abstand der Streifen variiert mit der Wellenlänge alias Farbe des Lichtes und daher bietet das Interferenzbild die Möglichkeit, aus einem Gemisch verschiedener Farben eine einzige auszusondern, indem wir beispielsweise an den Ort eines im Interferenzbilde hellen grünen Streifens einen Spalt setzen, der alles Licht außer diesem grünen Streifen abblendet. Bequemer noch erzeugt man die zwei einander durchschneidenden Wellenzüge, indem man ein Bündel Licht an der Vorder- und an der Rückseite einer planen Glasplatte reflektieren läßt, und zwar beobachtet man im Interferenzbild schmälere helle Streifen, und eine reinlichere Trennung verschiedener Farben, wenn man durch mehrfache Spiegelung im Innern der Glasplatte mehr als zwei Wellenzüge erzeugt und zum Schnitt kommen läßt. Genau analog lassen sich aus einem Gemisch von Röntgenwellen verschiedener Wellenlänge (Härte) monochromatische Wellen aussondern: Nur verlangt die Herstellung hinreichend



spiegelnder Flächen für Röntgenwellen einen Kunstgriff: Mechanisch polierte Flächen reflektieren bekanntlich die Röntgenstrahlen nicht regulär, sondern nur wenig und diffus nach allen Seiten. Der geringe Betrag der Reflexion ist — ebenso wie das Fehlen der Brechung — eine zwangläufige Folge der geringen Absorption der Röntgenwellen in der Materie; daß ohne Absorption keine Reflexion und Brechung elektrischer Wellen auftritt, zeigen uns ja täglich die nahezu auch für sichtbares Licht vollkommen durchlässigen Gase. Der diffuse Charakter der Reflexion der Röntgenwellen ist eine Folge der groben und höckerigen Struktur selbst unserer feinsten mechanischen Polituren verglichen mit der winzigen Wellenlänge der Röntgenstrahlen. Doch schadet eine Struktur der Oberfläche der regulären Reflexion der elektrischen Wellen dann nichts, wenn sie eine der Wellenlänge vergleichbare Periodizität besitzt: Eine mit feinen Strichen geritzte Platte reflektiert das Licht ohne Schwierigkeit regulär, falls die Striche äquidistant in etwa $^1/_{100}$ mm Abstand geritzt sind, einerlei, ob die Striche ein Gitter- oder ein Maschenwerk darstellen. Eine periodische Struktur von der Feinheit der Röntgenwellenlänge ist mechanisch nicht zu realisieren, wohl aber liefert sie die Natur in Form der einzelnen Moleküllagen der Kristalle. Ein Kristall besteht aus einer großen Zahl derartiger übereinander geschichteter Lagen mit periodischer Struktur, jedes einfallende Röntgenlichtbündel wird von den einzelnen Lagen reflektiert; wir haben eine ganze Reihe reflektierter und sich dabei schneidender Wellenzüge, die uns ein scharfes Interferenzbild geben, in dem die einzelnen Röntgenwellen getrennt erscheinen. So photographiert man die Röntgenspektren des Antikathodenmetalles, das erhaltene Bild ist einfach eine weit ins Gebiet der kurzen Wellen vorgerückte Verlängerung des sichtbaren Linienspektrums, das wir beim Einbringen des Antikathodenmetalles in eine Bunsenflamme sehen würden. Die spektrale Aussonderung monochromatischer Röntgenwellen ist das dringendste Erfordernis für die medizinische Praxis. Die physiologisch-chemische Wirksamkeit der Röntgenwellen beruht wie die des Lichtes auf einer Abspaltung von Elektronen aus der bestrahlten Materie. Die Absorption der Röntgenwellen ist eine Umkehr des Emissionsvorganges, bei der Elektronen als Kathodenstrahlen in die Atome der Antikathode hineinfliegen. Die Abspaltung dieser chemisch wirksamen Elektronen hängt aber ganz wie beim Licht (selektiver Photoeffekt) in außerordentlichem Maße von der Länge der einfallenden Röntgenwelle ab, und man muß zu vermeiden suchen, dem Körper solche Wellen zuzuführen, die nicht der beabsichtigten Abspaltung von chemisch wirksamen Elektronen zugute kommen. — Die Erkenntnis der prinzipiellen Idendität von Licht und Röntgenstrahlen ist der beste Schutz gegen verfehlte Experimente. Mancher Mißgriff wird vermieden, wenn man daran denkt, daß wir uns gegenüber dem Röntgenspektrum in der Lage des total Farbenblinden befinden. Einzelheiten wurden im Vortrage experimentell erläutert.

b) Journalliteratur.

Münch. med. Wochenschrift. 1913. Nr. 37. S. 2048.

Eisler und Lenk: **Radiologisches Studium über Beziehungen des Nervensystems zur motorischen Funktion des Magens.** Über funktionelle Störungen im Nervensystem, über Reiz- oder Erschlaffungszustände desselben bei vielen Magenerkrankungen wurde in letzter Zeit mehrfach berichtet. Verf. versuchten nun im Tierversuch ähnliche Veränderungen zu schaffen, um den Einfluß des Nervensystems auf die Magenfunktion näher zu prüfen, und zwar injizierten sie Katzen subkutan in Pausen von $1^1/_2$ Stunden, verschiedenen Pharmarka, Pilokarpin, Atropin und Adrenalin, $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde nach der ersten Injektion wurde Radium-Griesbrei verfüttert und dann Aufnahmen gemacht, aber weder Vagusreizung durch Pilokarpin noch Vaguslähmung durch Atropin 0.001—0,092 g noch Sympatikusreizung durch 1 ccm Adrenalin brachten starke Veränderungen hervor. Weder chemische Beschaffenheit des Magens noch Anomalien im vegetativen Nervensystem für sich allein, noch eine Kombination beider vermögen also eine radiologisch konstatierbare Zerstörung in der motorischen Funktion des Magens hervorzurufen, cf. S. 551.

Nr. 38. S. 2110.

Hügel: **Radium- und Mesothorbehandlung bei Schwerhörigkeit und bei Ohrensausen.** Bericht über 16 Fälle von Schwerhörigkeit (Sklerose und interne Ohrenerkrankungen), bei denen Applikation von



5 mg Mesothor ½—1 Minute direkt auf das Ohr, ½ Minute hinter das Ohr sofortige Besserung des Hörvermögens herbeiführte. Ebendasselbe wurde in letzter Zeit mit einem Präparat von 1 mg Mesothor erreicht, das in Form eines Stiftes in einer Aluminiumkapsel in den Gehörgang eingeführt wurde. Suggestion usw. ist ganz ausgeschlossen. Über die Art der Wirksamkeit ist Verf. sich noch nicht im klaren.

Nr. 32. S. 2112.

Krukenberg: **Ein neuer Vorschlag zur Radiotherapie.** Verf. versuchte die Wirksamkeit von Substanzen zu prüfen, die, wenn sie von Röntgen- oder Radiumstrahlen getroffen werden, selbst wieder neue Strahlen erzeugen. Verf. versuchte durch Injektion eines solchen Körpers, des wolframsauren Kalziums, eine neue Lichtquelle im Körper und im Krankheitsherde zu erzeugen und so die Wirkung dort zu erzielen, wo sie gewünscht wird. Die Tierversuche an Kaninchen und Fröschen ergaben jedenfalls noch nach 31 Tagen deutliches Aufleuchten der Injektionsstelle beim Auftreffen von Röntgenstrahlen. Auch schien bei einem Mammatumor nach Röntgenbestrahlung die Stelle, wo wolframsaures Kalzium injiziert war, bedeutend mehr beinflußt. Die Anwendung dieses Salzes bei der Radiotherapie scheint daher indiziert zu sein.

Werner: **Erfahrungen mit chemisch-physikalischen Behandlungsmethoden des Krebses im Samariterhause.** Die physikalischen Verfahren lassen sich in zwei Gruppen teilen, in die Elektrotherapie und in die Radiotherapie. Die Fulguration de Keating Hearts hat die Erwartungen nicht erfüllt. Die elektrokaustische Zerstörung der Tumoren und die Diathermieapparatur eignet sich ganz gut bei kleinen Tumoren. Sie gibt aber nicht gute kosmetische Resultate und es ist die Gefahr einer frühzeitigen Abstoßung der Schorfe nicht ausgeschlossen. Bei diffusen Blutungen aus Tumoren wirkt die Methode ganz gut. Die Operation mit dem elektrischen Drahtbogen (Forestsche Nadel) hat sich nur unter ganz beschränkten Indikationen bewährt. Die radiotherapeutischen Methoden sind weit bedeutungsvoller. Verf. arbeitet in der Regel mit einer Kombination von Bestrahlungen mit dem Röntgenapparate und mit radioaktiven Substanzen, im wesentlichen nach dem Prinzip der konzentrischen Vielfelderbestrahlung. Intensive Bestrahlung von kürzerer Dauer ist wirksamer bei gleicher Gesamtenergie als eine schwächere, welche längere Zeit hindurch fortgesetzt wird. Bei oberflächlichen Epitheliomen wird die ungefilterte Strahlung vorgezogen, bei tiefliegenden Tumoren, in der Hauptsache Abdominalgeschwulsten, wurde, um bessere Wirkung zu erzielen und die Nebenorgane zu schonen, die extraperitoneale Vorlagerung auf chirurgischem Wege vorgenommen. Ferner wird bei großen Tumoren die radioaktive Substanz in Tuben in natürliche, durch den Tumorzerfall bedingte oder durch Exkochleation auf chirurgischem Wege herbeigeführte Hohlräume hineingebracht, um eine intratumorale Bestrahlung herbeizuführen. Die intravenöse Einführung radioaktiver Substanz, z. B. Thorium X, hatte nicht den erwarteten Erfolg. Dagegen hat Verf. mit dem borsauren Cholin als Unterstützung der Strahlenbehandlung gute Erfolge. Die Wirkung des Cholins scheint eine chemische Imitation der Strahlenwirkung zu sein, da, wenn auch keineswegs als die einzig mögliche Strahlenwirkung, doch immerhin eine Zersetzung des Lezithins und die Entstehung von Cholin stattfindet. Die intravenöse Injektion in Dosen von 2—3 ccm bis ca. 10—12 ccm, mit 20—100 Na Cl-Lösung verdünnt, bewirkte anscheinend, daß die Strahlenwirkung nach einer bestimmten Zeit wohl ca. das 2—4fache der sonstigen Wirkung ohne Injektion ausmachte. Es wurde mit dieser Kombination jedenfalls ein großer Prozentsatz der Patienten gebessert.

1913. Nr. 39. S. 2165.

Schwarz: **Der Wachstumreiz der Röntgenstrahlen auf pflanzliches und tierisches Gewebe.** Die eigentümliche elektive Wirkung der Röntgenstrahlen des Radiums gegenüber der Karzinomzelle hat vielfache Untersuchungen angeregt, von denen bisher als sicheres Ergebnis die Tatsache hervorzuheben ist, daß durch mäßige Bestrahlung eine Hemmung des Wachstums jugendlicher Knochen, eine Verlangsamung in der Epethelialisierung granulierender Wunden, und daß überhaupt eine Verzögerung der Zellteilung bei der embryonalen Entwicklung sich zeigte. Ebenso ließ sich eine Hemmung des Pflanzenwachstums durch Röntgen-Radium-Bestrahlung nachweisen. Zur weiteren Klärung der verschiedenen Vorgänge bei der Karzinombestrahlung einerseits, als auch bei der Entstehung des Röntgenkarzinoms andererseits, konnte Verf. in einer Reihe von Versuchen bei geringerer Dosierung der Strahlenenergie eine Beschleunigung des Ablaufs der Zellteilung eruieren. Die Röntgenstrahlen, in sehr geringer Dosis angewandt, übten einen wachstumsfördernden Einfluß aus, wenn der Reiz bei jungen grünen Bohnen die Samenzelle selbst traf. In ähnlicher Weise ließen sich an Askariseiern ähnliche Resultate, wenn auch nicht in ganz so prägnanter Weise, zeigen. Schließlich wurde auch der Effekt der Bestrahlung auf granulierende Wunden nachgeprüft und nachher konnte eine beschleunigte Überhäutung gegenüber anderen Stellen beobachtet werden.

Nr. 40. S. 2214.

Sippel: **Die Behandlung der Uterusmyome mit Röntgenstrahlen.** Die Verabreichung großer Strahlenmengen nach Krönig und Gauß bleibt wahrscheinlich nicht ohne schädliche Nebenwirkung. Wenn auch in der Mehrzahl der Fälle keine pathologischen Veränderungen zu finden waren, so konnte doch Aschoff in einigen Fällen von bestrahltem Brustdrüsenkrebs Nekrose der Interkostalmuskeln, der



Lunge und auch Atrophie des Lebergewebes im Bestrahlungsbezirk finden. Ferner sind ganz kleine nekrotische Herde in der Leber bei einem intensiv bestrahlten Fall von Scheidenkrebs gefunden worden. Es können also bei filtrierten harten Strahlen, im Übermaß verabfolgt, schwere Verletzungen gesetzt werden, auch das Latenzstadium kann ja sehr verschieden lang dauern, wie Iselin berichtet, der mehrfach nach sechs Monaten, in einem Fall nach einem Jahr, ein Röntgenulkus auftreten sah, infolge obliterierender Endarteritis. Händly, Bumm u. a. sahen heftige Diarrhöen nach diesen Bestrahlungen auftreten und experimentell wurden bei Hunden schwere Beschädigungen der Dünndarmschleimhaut gefunden. Nach Krause und Ziegler besitzt das lymphatische Gewebe der Milz, des Knochenmarks und der Darmlymphapparate noch geringere Widerstandskraft als das Ovarium. Verf. zieht deshalb intensive Tiefenbestrahlung bei Myomen noch nicht in Anwendung, sondern hält sich an das milde Verfahren, wie es von Albers-Schönberg eingeführt und ausgebildet wurde. Die Wirkung mit dieser Methode bestrahlten Fälle kommt der in früheren Jahren, in einigen 20 Fällen Kastration, vollkommen gleich. In der Hauptsache werden submuköse oder intramurale Myome bestrahlt, und zwar dann, wenn die Frau nicht zu ausgeblutet ist. Rasch wachsende Geschwülste sollen wegen Malignitätsverdacht nicht bestrahlt werden, ebenso auch nicht nekrotische Tumoren oder solche mit Stieldrehung. Bei jüngeren Frauen können manchmal stärkere Ausfallserscheinungen auftreten, bei Frauen in der Nähe der Klimax pflegen diese weniger stark zu sein. Jugendliche brauchen zum Erfolg weit größere Mengen von Röntgenlicht. Die Erfolge waren bei richtiger Auswahl der Fälle gut. Nierenbeschädigungen wurden nicht beobachtet. Die Röntgentherapie ist demnach, kritisch und vorsichtig angewendet, wohl geeignet, eine große Anzahl Myompatienten von den krankmachenden Folgen der Geschwülste zu befreien und ihnen dadurch die Operation zu sparen.

Rosenow: **Klinische Beiträge zur Therapie der Leukämie mit Thorium X.** Zur Nachprüfung der von Plesch u. a. mitgeteilten Erfolge gab Verf. bei sechs Leukämikern intravenös Thorium X in Dosen entsprechend 0,5 mg Radiumbromid. Mit Ausnahme je eines Falles von lymphatischer und myeloischer Leukämie sah er nur Mißerfolge. Die Erfolge sind sicher nicht so eklatant wie die mit Röntgenstrahlen, wenn auch durch wiederholte Injektion mittlerer Dosen eine Wirkung auf das Blut im Sinne einer Verringerung der Leukozytenzahl ausgeübt wird. Zwei Fälle nicht leukämischer Halsdrüsentumoren blieben trotz hoher Dosen gänzlich unbeeinflußt.

Nr. 41. S. 2266.

Sellheim: **Neue Wege zur Steigerung der zerstörenden Wirkung der Röntgenstrahlen auf tiefliegende Geschwülste.** Das Radium hat insofern große Vorteile vor den Röntgenstrahlen, als es an sich durchdringendere Strahlen liefert als die Antikathode der Röntgenröhre, daß es unausgesetzt Strahlen abgibt, daß es schließlich ohne weiteres ganz nahe an die zu bestrahlende Geschwulst gebracht werden kann. Andererseits muß man wegen des hohen Preises und der geringen Menge des vorhandenen Radiums doch nach Ersatzmitteln suchen, da auch die Radiumwirkung ihrerseits enggesteckte Grenzen hat. Man sucht deshalb dauernd die Röntgentechnik zu verbessern, um möglichst bald Radiumähnlichkeit bei der Strahlenerzeugung zu erlangen. Dazu sind zwei Forderungen zu erfüllen: 1. die Röhre ist so zu betreiben, daß von der hineingeleiteten elektrischen Energie ein möglichst großer Anteil in harte x-Strahlung intransformiert wird. Ein zweiter Punkt der Bestrebungen ist die Benutzung der bis zum Tumor geleiteten Primärstrahlung, um dort unmittelbar am Tumor oder im Tumor selbst eine möglichst stark zerstörend wirkende Sekundärstrahlung zu erregen. Ein Fortschritt in dieser Hinsicht ist die Verbesserung der Antikathodenkühlung, wie sie Amrhein in den Veifa-Werken konstruiert hat. Nach Versuchen des Verf. kann man bei Verwendung des Dessauerschen Reformapparates durch Wasserzerstäubung der Antikathodenrückfläche die höchst erreichbare Dosis durchdringungsfähiger Strahlen in einem Bruchteil der bisher benötigten Zeit erzeugen. Ein weiterer Fortschritt ist das Bestreben, die maximale Annäherung der Antikathode an das in die Geschwulstnähe zu bringende Filter und damit an die Geschwulst selbst zu erreichen. So haben Bumm und Voigt versucht, Röhren zu konstatieren, welche direkt in die Scheide eingeführt werden. In ähnlicher Weise hat Verf. mit Meyer eine Röhre konstruiert, bei der die Bremsvorrichtung für die Kathodenstrahlung, also die Antikathode, mit dem der Geschwulst möglichst anzunähernden Filter für das Abfangen der weniger durchdringenden Strahlen direkt zusammenfällt, und zwar wird die Strahlung der Antikathodenhinterfläche als wirksames Agens benutzt, wobei die hier ausgehenden Strahlen ja durch das Antikathodenmetall bereits gefiltert sind. In der Theorie durfte mit der Neukonstruktion eine fast unmittelbare Annäherung an die Körperoberfläche gegeben sein, über die praktische Verwendbarkeit, Wirksamkeit und Dosierung kann noch nichts Sicheres gesagt werden.

Nr. 41. S. 2268.

Dessauer: **Fortschritte auf dem Gebiete harter Röntgenstrahlen.** Die γ-Strahlung des Radiums ist härter als die Röntgenstrahlung. Verf. fand nun, daß bei bestimmter Betriebsart der Röntgenröhre immer ein Anteil sehr harter Strahlung auftritt, den man herausfiltrieren kann, und so konnte er etwa $^3/_4$ des Härtegrades der γ-Strahlung erreichen. Mit der Meyer-Sellheimschen Röhre kann man die



Röntgenstrahlen fast direkt am Körper erzeugen. Ein weiterer Fortschritt beruht auf der Erfahrung, daß bei einer bestimmten Entladungsform ein größerer Anteil der elektrischen Energie in besonders harte Strahlen verwandelt wird. Die Stromdichte spielt dabei eine große Rolle. Es entsteht um so mehr harte Strahlung, je größer die Stärke des Stromes in der überaus kurzen Zeit ist, in welcher eine Entladung, sich vollziehen soll. Bei Anwendung der Amrhein-Röhre, bei der eine außerordentliche Kühlung der Antikathode stattfindet, läßt sich die Stromdichte beim Reformapparat erheblich steigen. Man bekommt große Tiefenwirkung, z. B. bei der mäßigen Belastung von nur 4 Mill.-Ampère in 10 Minuten unter 3 mm Aluminium 53 x, unter 20 mm Fleisch noch auf 35 x. Die Behandlungsdauer wird dadurch auf $^1/_4$ bis $^1/_6$ herabgesetzt und wird sowohl der gynäkologischen Tiefenbestrahlung wie der des Internisten förderlich sein.

Nr. 43. S. 2406.

Huismans: **Der Telekardiograph, ein Ersatz des Orthodiagraphen.** Der Teleröntgenapparat hat wesentliche Vorzüge vor dem Orthodiagraphen, welche darin bestehen, daß von 150 cm Entfernung an ein absolut objektives Bild des Herzens und bei genügender Abkürzung auch in der nötigen Schärfe gewonnen wird, während die orthodiagraphische Aufnahme immer subjektiv bleibt. Das Verfahren ist nicht teurer und verbürgt auch genügenden Lichtschutz des Untersuchers. Man ist nur gezwungen, beim Teleapparat die Herzaktion in einer ganz bestimmten Phase aufzunehmen, d. h. den Apparat durch Vorberechnung und Auslösung eines Einzelschlages in diesem Augenblick auf das Ende der Diastole einzustellen, denn man muß ja wie beim Orthodiagraphen zum Vergleich die Herzphase nehmen, in welcher das Herz die größte Ausdehnung hat. Verf. beschreibt dann im einzelnen genau die Methodik eines Apparates, bei dem nach Dessauer und Eijkman durch ein automatisches Relais für Zeiteinstellung, das mit einem Sphygmographen verbunden ist, eine genaue Auslösung des Stromes in einem vorher bestimmten Punkt der Herzphase möglich ist. Die genaue Beschreibung und die Berechnung der einzelnen Einstellungen muß im Original nachgelesen werden. Man kann den Apparat sowohl an der Radialis als an der Carotis auslösen lassen, ferner zu Beginn der Systole oder am höchsten Punkt der Diastole, je nach der vorher genau berechneten Relaiseinstellung. Man kann ferner mit dem Apparat die Funktion des linken Ventrikels prüfen, indem wir ein Telebild am Ende der Herzsystole und ein zweites am Ende der Herzdiastole auslösen; je größer die Verschiebung des linken Herzrandes, desto besser die Funktion des Muskels. Nicht möglich ist auf diesem Wege eine Beurteilung der Muskulatur des rechten Ventrikels, da der rechte Herzrand dem rechten Vorhof angehört. Auch pflegt der rechte Herzrand nicht nennenswert zu pulsieren.

Nr. 44. S. 2449.

Chr. Müller: **Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlenwirkung radioaktiver Substanzen, besonders des Mesothoriums, und der Ersatz derselben durch Röntgenstrahlen.** Verf. trat der Frage näher, ob es nicht möglich sei, das in seinem Preise für die Allgemeinheit unerschwingliche Mesothorium durch die ungleich billigere Röntgenstrahlenenergie zu ersetzen und studierte daher die Eigenarten dieser beiden Strahlengattungen. In der Röntgenröhre kommt es zu einer Zersprengung der dort sich befindlichen relativ spärlichen Gasatome, bei denen sich als korpuskuläre Überbleibsel derselben die negativ aufgeladenen Elektronen als β- oder Kathodenstrahlen bilden, während die positiv aufgeladenen Atompartikelchen als α-Strahlen die Kanalstrahlen darstellen. Beim Aufprall der β-Strahlen auf die Antikathode entstehen elektromagnetische Stöße oder wellenartige Erscheinungen des Äthers, die als Antikathoden-, Röntgen- oder γ-Strahlen bezeichnet werden. Nur diese letzteren verlassen das Röntgenrohr und kommen therapeutisch in Betracht. Bei den radioaktiven Substanzen treten die β- und γ-Strahlen gemeinsam in die Atmospäre ein. Die α- und β-Strahlen werden durch die Filter zurückgehalten, so daß auch nur die γ-Strahlen therapeutisch wirksam sind. Daß die γ-Strahlung der radioaktiven Substanzen eine höhere Penetrationskraft hat als die der Röntgenröhre, erklärt den besseren therapeutischen Effekt keineswegs. Nach Ansicht des Verf. spielt hier die sog. Sekundärstrahlung eine große Rolle. Die γ-Strahlen erzeugen eine starke sekundäre Strahlung, die ihrer Natur nach identisch ist mit den β-Strahlen. Für die γ-Strahlen gilt, wie für andere Strahlung, das Gesetz, daß die sekundäre Emission um so intensiver ist, je höher das Atomgewicht der getroffenen Substanz ist. Beim Mesothor muß solch intensive γ-Strahlung durch die Filterkapsel von Metall mit hohem Atomgewicht hindurchdringen. Es entsteht da sicher eine sehr intensive sekundäre Emission, die nach unseren physikalischen Kenntnissen tierisches Gewebe bis auf eine ungefähre Tiefe von 7 cm durchdringen können. Ebenso weit reicht, wie bis jetzt bekannt, die Mesothoriumstrahlung, und es ist daher sehr wahrscheinlich, daß nicht die primäre Mesothoriumstrahlung als solche, sondern die durch die Filterkapsel hervorgerufene β-Strahlung die eigentliche Ursache des erzielten Effektes ist. Wenn auch ursprünglich beabsichtigt war, mit dieser Filterkapsel die primären α- und β-Strahlen wegen Verbrennungsgefahr abzufiltrieren, so scheint doch die Sekundärstrahlbildung das Hauptmoment zu sein. Um die Wirksamkeit der Strahlen zu erklären, scheint die Annahme Anklang zu finden, daß die Ionisierungsfähigkeit der Strahlen, d. h. die Fähigkeit, elektrisch nicht aufgeladene Atome elektrisch aufzuladen und so zu Ionen zu machen, von



großer Bedeutung ist. Die γ-Strahlen haben nun ein Ionisierungsvermögen von 1, die β-Strahlen von ca. 100. Es sind also bei der Annahme von der Wirksamkeit der β-Strahlen die Chancen für die Ionisierungswirkung 100 mal so stark wie bei den γ-Strahlen, und damit die Tiefenwirkung des Mesothoriums wahrscheinlicher gemacht. Es besteht nach allem diesen die Möglichkeit, die β-Strahlung des Mesothoriums durch die billigere, genau dosierbarere und in allen ihren Eigenschaften besser bekannte Bestrahlung der Röntgenröhre zu ersetzen.

Nr. 44. S. 2459.

von Bergmann: **Über Beziehung des Nervensystems zur motorischen Funktion des Magens.** Gegenüber den Behauptungen von Eisler und Lenk in Nr. 19 und 37 der M. m. W., die behaupten, daß die motorische Funktion des Magens von der Vaguslähmung unabhängig sei und daß auch nicht Hyperazidität eine stärkere Störung der Funktion hervorrufe, hebt Verf. hervor, daß die Beziehung der motorischen und auch der sekretorischen Funktion des Magens zum Nervensystem kaum ernsthaft verteidigt zu werden braucht. Bei disponierten Menschen kann man mit merklich wirksamen Dosen der Pharmarka des vegetativen Nervensystems starke Veränderungen auftreten sehen. Auch im Tierversuch läßt sich das mit wirksamen Dosen zeigen, cf. S. 547.

Nr. 46. S. 2562.

Pagenstecher: **Über die praktische Identität von Radium- und Röntgenstrahlen.** Einen Ersatz für das so schwer zu beschaffende Radium oder Mesothorium bieten die Röntgenstrahlen. Die an der Kathode entstehenden Kathodenstrahlen sind den β-Strahlen des Radiums vergleichbar. Sie ändern ihre Geschwindigkeit beim Auftreffen auf die Kathode. Ähnliche Geschwindigkeit wie die β-Strahlen, aus denen die γ-Strahlen entstehen, haben die Kathodenstrahlen, aus denen die Röntgenstrahlen entstehen. Nach den Versuchen, die Verf. mit Löwenthal zusammen angestellt hat, zeigte sich, daß bei der üblichen Betriebsspannung eines Röntgenapparates von 80000—100000 Volt härtere Strahlen auftreten, die eine ähnliche Lichtgeschwindigkeit haben wie die γ-Strahlen des Radiums. Löwenthal hat daher vorgeschlagen, diese harten Strahlen bei der Tiefentherapie ausschließlich zu benutzen. Hierbei war aber die Gefahr des Ausgleiches außerhalb der Röhre, so daß man nur bis zu einem gewissen Grade gehen konnte. Ein anderer Weg war der von der Steigerung der Gesamtintensität der Strahlen, wie es Dessauer und Amrhein bei ihrer neuesten Konstruktion getan haben. Eine gewisse Überlegenheit werden die γ-Strahlen voraussichtlich behalten infolge ihres großen Durchdringungsvermögens.

Nr. 46. S. 2508.

Gulat-Wellenberg: **Ein außerordentlicher Fall von menschlichen Wiederkäuern.** Mitteilung eines Falles, bei dem 4 l Wasser auf einmal getrunken und bis zu 20 Frösche und Goldfische zur Zeit geschluckt wurden, die dann willkürlich geräuschlos, ohne äußerlich erkennbare Brechbewegung sauber getrennt wieder zutage befördert wurden. Die röntgenologische Untersuchung ergab zum Gegensatz der Annahme einen ziemlich kleinen Magen mit gutem Tonus, der Bariumsulfatbrei war nach drei Stunden entleert. Auch Speiseröhre und Cardia ergab keinen besonderen Befund. Als einziges röntgenologisches Ergebnis fand sich neben einer chemisch nachgewiesenen Achylie eine Hypermotilität. Jedenfalls muß der Magen, da der Patient täglich mehrmals 4 l Wasser zu sich nahm, eine außerordentliche Elastizität besitzen.

Nr. 48. S. 2657.

Heineke: **Wie verhalten sich die blutbildenden Organe bei der modernen Tiefenbestrahlung?** Da die enorme Beeinflussung der blutbildenden Organe und des Blutes durch die Röntgenstrahlen seit langer Zeit bekannt ist, seit der Ära der intensiven Tiefenbestrahlung aber keine geordneten Untersuchungen über diesen Gegenstand vorliegen, trat Verf. der Frage experimentell näher. Die Darmfollikel und die Milz von Meerschweinchen und Kaninchen wurden kurze Zeit mit Radium- oder Röntgenstrahlen behandelt, indem nach einem kleinen Hautschnitt eine Dünndarmschlinge oder die Milz herausgezogen, bestrahlt und dann wieder in die Bauchhöhle zurückgebracht wurde. Die Tiere wurden dann drei bis sechs Stunden nachher getötet und untersucht. Es fand sich, daß die direkte Bestrahlung der Darmwand und Milzfollikel von Meerschweinchen und Kaninchen während weniger Sekunden mit einer relativ sehr geringen Menge von Radium (20 mg Radiumbromid) genügt, um schon ausgedehnte Kernzerstörungen hervorzurufen, während die gleich lange Bestrahlung der Haut keinerlei nachweisbare Wirkung, nicht einmal eine Reizwirkung zur Folge hat. Ferner ergibt sich, daß eine Bestrahlung der Bauchhaut der Tiere während einer Stunde genügt, um die Lymphozytenherde im Innern des Abdomens weitgehend zu zerstören. Endlich ergab sich, daß die Filtrierung der Strahlen durch 3 mm Blei ihre Wirkung auf die Lymphozyten relativ wenig abschwächt. Für die Praxis ergibt diese kolossale Wirksamkeit doch die Warnung, bei Intensivbestrahlung durch Blutuntersuchungen kurze Zeit nachher zu kontrollieren, ob auch hier ähnliche Veränderungen sich nachweisen lassen. Vielleicht beruht der sog. Röntgenkater von Gauß auf solchen Blutveränderungen. Und auch die bisherigen klinischen Beobachtungen bei Röntgenologen, die mehrfach an Leukämie erkrankten, mahnen hier zur Vorsicht.



Nr. 48. S. 2659.

Singer und Holzknecht: **Radiologische Anhaltspunkte zur Diagnose der chronischen Appendizitis.** Das Bestreben, die Radiologie zur Diagnose der chronischen Appendizitis heranzuziehen, hat sich in einer falschen Richtung bewegt. Man hat hier Aufschlüsse von einer radiologischen Sichtbarmachung der Appendizitis erhofft. Doch sind die positiven Ergebnisse hier nur Zufallsbefunde und daher unsicher. Verf. gehen von dem führenden klinischen Symptom aus, dem Schmerz, und prüfen die Schmerzpunkte durch Palpation nach, indem sie gleichzeitig auf dem Leuchtschirm die Organzugehörigkeit feststellen. Im einzelnen wird so vorgegangen: 6 Stunden nach der typischen Riedermahlzeit wird in Rückenlage durchleuchtet. Die Durchleuchtung ist hier besser als die Plattenaufnahme, da bei palpatorischer Feststellung der druckempfindlichen Stellen und nachheriger Markierung derselben sich Haut und Darmschlingen sich häufig gegeneinander verschieben. Man schafft sich zuerst durch leichtes Palpieren ein übersichtliches Bild der einzelnen Dünn- und Dickdarmschlingen und benutzt dann zum genauen Feststellen der druckempfindlichen Stellen den aus der Magenradiologie bekannten Löffeldistinktor, der, dreimal rechtwinklig nach Art eines Laubsägebogens geknickt, um den Leuchtschirm herumgeführt werden kann und für den vorliegenden Zweck an Stelle des löffelartigen Endes ein fingerförmiges Ende aus Metallrohr trägt. Beim Durchleuchten werden dann mit diesem Instrument die druckempfindlichen Stellen lokalisiert und können dann unter mehrfacher Kontrolle direkt auf dem Durchleuchtungsbild der einzelnen Darmschlingen eingetragen werden. Mit dieser Methode wurden bisher 25 Fälle untersucht. Trotz der geringen Zahl der Fälle berechtigt aber die Tatsache, daß die nach dieser Methode gewonnenen Durchleuchtungsbefunde in ganz unerwarteter Weise mit den bei der Operation erhobenen Befunden übereinstimmen, den großen Wert des Verfahrens für die Diagnose der chronischen Appendizitis hervorzuheben. An der Hand von zwölf genauen Krankengeschichten wird dann die Bedeutung im einzelnen beleuchtet. Speziell wird auch noch das Verhalten bei Schmerzen, die vom Genitale ausgehen, besprochen, die Empfindlichkeit des Coecums bei chronisch spast. Obstipation usw., sowie einige andere Fehlerquellen. Das wichtigste ist, daß der Appendix selbst nicht dargestellt wird, daß der Verlauf nur aus der Lage der Leitorgane erschlossen wird. Maßgebend ist hauptsächlich der Schmerz. Die Untersuchung ist daher im absolut schmerzlosen Intervall nicht möglich.

Nr. 49. S. 2727.

Holzknecht: **Durchleuchtungs-Kompressorium mit Bucky-Effekt.** Eine kleine Vorrichtung zur Erzeugung überaus deutlicher Durchleuchtungsbilder. Bei der Durchleuchtung dicker Teile starker Individuen ist trotz der Anwendung enger Blendenfelder und trotzdem man den Schirm an den Patienten andrückt, die Qualität des Schirmbildes noch recht mangelhaft. Sowohl wenn man weichere Strahlen anwendet als auch bei stark durchdringenden ist die Qualität des Bildes flau, und zwar im letzten Falle wohl hauptsächlich durch die in dem durchleuchteten Körper selbst in besonders großer Menge erzeugten Sekundärstrahlen. Buky hat zur Beseitigung dieser Sekundärstrahlen ein wabenförmiges Gitter aus Bleiblech eingeführt, das die schräg fallenden und sich kreuzenden Sekundärstrahlen auffängt, wenn es zwischen Patienten und Durchleuchtungsschirm eingefügt wird. Es entstehen dabei kontrastreiche Bilder auch von sehr starken Individuen, und sie sind um so besser, je härter das angewandte Röntgenlicht ist. Das Gitter hat einige praktische Nachteile. Deswegen konstruierte Verf. eine mit Blei ausgekleidete konische Holzblende, die mit federnden Klammern auf der Rückseite des Schirmes angebracht wird. Es geht zwar dadurch etwas vom Effect optimum verloren, aber der Gesamteffekt dieser „Vorderblende", die ebenfalls zwischen Patienten und Schirm eingeschaltet wird, ist in hohem Maße überraschend. Auch gerade bei kleinsten Elementen, wie z. B. Haudeksche Nischen, kleinen Partikelchen wismuthaltigen Chymus usw., treten an Stelle undeutlicher, verschwimmender Bildelemente weithin sichtbare schwarze Details auf, die auch dem Ungeübten mühelos erkennbar sind. Auch kleine Fremdkörper im Schädel, im Auge, die im Rumpf meist schwer sichtbare Nadel, selbst Beckenflecke und Prostatakonkremente werden gut sichtbar. Diese Vorderblende wird sicher direkt und indirekt zur größeren Verbreitung der noch immer zu wenig gewürdigten Durchleuchtung führen.

1914. Nr. 2. S. 74.

Kienböck: **Zur Dosierung der Röntgenstrahlen.** Gegenüber mehrfachen Behauptungen, daß die ganze heutige Dosierung Gefühlssache sei, betont Verf. die außerordentliche Zuverlässigkeit derselben. Allerdings müssen alle Vorschriften genau beobachtet werden. Es dürfen nur Originalstreifen von Reiniger, Gebbert & Schall benutzt werden und weiterhin kommen vor allem in Betracht die Zusammensetzung des Entwicklers, die Zeit der Entwicklung, die Temperatur des Entwicklers, die Art des Trocknens und das Ablesen der Skala. In der Nichtbeachtung auch nur einer einzigen von diesen Vorschriften liegen Fehlerquellen. Verf. führt die einzelnen Vorschriften dann genau an und betont zum Schluß, daß bei größeren Dosen über 10 x bei der sehr dunklen Färbung der Streifen man am besten die Reagenzstreifen während der Sitzung mehrfach auswechselt. Großes Gewicht legt er auch darauf, daß bei Prüfung verschiedener Röhren mit einem Phantom immer dasselbe Phantom verwendet werden muß, da die Sekundärstrahlung der Luft bei verschiedenen Phantomen Unterschiede in der Wirksamkeit erzeugen kann. Bei fachmännischer Verwendung ist die Zuverlässigkeit sicher.



Nr. 2. S. 64. Nr. 3. S. 137.

Reichel: **Röntgenbild und Operationsbefund bei Pyloruskarzinomen.** An der Hand von 22 Krankengeschichten mit Skizzen bespricht Verf. genau die Bedeutung des Röntgenbildes für die Operation und kommt zu dem Resultat, daß dasselbe für die Diagnose des Magenkarzinoms wichtige Aufschlüsse zu geben vermag, wo die anderweitigen internen Methoden noch kein diagnostisch befriedigendes Bild geben, daß es ferner dort erwünschte Ergänzungen bietet, wo sich auf wenig eingreifende Art über Sitz und Ausdehnung einer malignen Geschwulst und die damit unmittelbar zusammenhängende Frage nach der Möglichkeit ihrer operativen Entfernung keine genügenden klinischen Anhaltspunkte ergeben. Allerdings werden Metastasen nicht angezeigt, auch über eventl. Verwachsungen erhält man ungenügenden Aufschluß, so daß man sich nicht in allen Fällen unbedingt auf das Röntgenbild verlassen kann. Aber man wird in einer Reihe von Fällen, in denen das Röntgenbild ein Karzinom als inoperabel erscheinen läßt, die Probelaparatomie vermeiden können, andererseits wird man mit zunehmender Erfahrung die Zahl der Fälle vermehren können, in denen Karzinome relativ frühzeitig aufgedeckt werden.

Nr. 3. S. 113.

M. Henkel: **Zur Strahlentherapie in der Gynäkologie.** Kritische Besprechung der Röntgenbestrahlungsergebnisse bei gynäkologischen Blutungen unter Berücksichtigung der Erfolge anderer Kliniken und der Ergebnisse der Operationen.

A. Für die Röntgentherapie eignen sich nicht:

1. Momentan einsetzende lebensbedrohliche starke Blutungen.
2. Wenn durch Sitz und Größe der Geschwulst Kompressionserscheinungen ausgelöst werden.
3. Stark blutende submuköse Myome.
4. Maligne Entartung und sonstige Degenerationsveränderungen.
5. Myome in jungen Lebensjahren, zumal solche, bei denen durch die Operation die Erhaltung der Menstruation (Konzeption) erreicht bzw. in den Bereich der Möglichkeit gesetzt werden kann.
6. Alle Fälle mit nicht absolut klarer Diagnose.

B. Die Röntgentherapie ist mit größter Vorsicht anzuwenden versuchsweise, wenn im Verlaufe der Bestrahlung Komplikationen wie stärkere Blutung, Fieber usw. auftreten.

C. Die Hauptdomäne der Bestrahlungen ist zurzeit die Behandlung der klimakterischen und sicher gutartigen Blutungen älterer Frauen. Zu diesen kommt noch ein gewisser Prozentsatz geeigneter Uterusmyome, bei denen die oben erwähnten Kontraindikationen nicht vorliegen. Hinsichtlich der Dosierung rät Verf. zur Vorsicht. Man soll nicht größere Strahlendosen geben als zur Therapie nötig sind.

Nr. 3. S. 133.

Strebel: **Äußere Kathodenstrahlen als Ersatz für Radium und Mesothorium.** Verfasser glaubt nachweisen zu können, daß die äußeren Kathodenstrahlen einen billigen Ersatz für die ihres Preises und ihrer Seltenheit wegen der Allgemeinheit kaum zugänglichen Präparate Radium-Mesothor bieten. Er benutzte zur Erzeugung der Strahlen zuerst die von Lenard und des Coudres konstruierten Röhren. Später baute er mit dem Physiker Prof. Doule eine eigene Röhre, die genau beschrieben wird und die aus einem kleinen Fenster die Kathodenstrahlen aussendet, welche als ein zartes vom Fenster ausgehendes blauweißliches zartes Leuchten sich zeigen. Es bilden sich neben diesen Strahlen am Fenster auch noch richtige Röntgenstrahlen, so daß ein Gemisch von äußeren Kathodenstrahlen (primäre und sekundäre) Betastrahlen sowie von Röntgenstrahlen (Gammastrahlen) auffallen. Es treten bei kurzen Bestrahlungen von $^1/_2$ Min. Dauer bei geringer Stromstärke und Verwendung eines 10-cm-Induktors auf der menschlichen Haut lebhafte Bestrahlungsreaktionen auf, die nur von dem Bestrahlen herrühren können. Bei Vergleich mit der Wirksamkeit von Radium fallen die Effekte bezügl. Stärke und Raschheit der Reaktion zugunsten der äußeren Kathodenstrahlen aus. Bei länger dauernder Betastrahlung muß man die primäre Wirkung durch Zwischenschalten eines Aluminiumsfilters aufheben. Man hat dann ein Strahlengemisch von Gammastrahlen und sekundären äußeren Betastrahlen, die ähnlich wie Radium und Mesothorium auf Tumoren einwirken. Diese Versuche erstrecken sich über 9 Jahre. Die Erzeugung der Strahlen bedarf guter Übung und die Apparatur ist nicht sehr kostspielig. Die Methode ist kein Ersatz der Radium-Mesothoriumtherapie, sondern kommt ihr mindestens gleich.

Nr. 3. S. 134.

Christoph Müller-Immenstadt: **Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlenwirkung radioaktiver Substanzen, besonders des Mesothoriums und der Ersatz derselben durch Röntgenstrahlen.** (Nachtrag zu M. m. W. Nr. 44, 1913). Bei der Behandlung mit radioaktiven Substanzen ist vor allem die Nähe der Strahlenquelle von Bedeutung gegenüber der Röntgenbehandlung, doch hat auch dieser Faktor sicher Überschätzung gefunden. Nach der Braggschen Theorie übt der Gammastrahl als solcher überhaupt keine biologische Wirkung aus, sondern nur die durch denselben hervorgerufene sekundäre Betastrahlung, die die gleiche Größenenergie hat wie die den Gammastrahl hervorbringende Betastrahlung. Der Absorptionskoeffizient der Gammastrahlung für 1 cm Gewebe, der nach neueren Angaben nicht 10% sondern 4% beträgt, bedeutet demnach nur die Abnahme der Dichtig-

keit der Strahlung, ohne daß diese 4% zur Absorption gekommen wären. Aber selbst wenn diese Absorption stattfinden würde, wäre die starke biologische Wirksamkeit nicht erklärt, und vor allem nicht die Tatsache, daß diese hohe Wirksamkeit der radioaktiven Substanzen erst nach Einführung der Filtration beobachtet wurde. Die sekundäre Betastrahlung, die in den Filtern entsteht, scheint die Hauptsache zu sein, und selbst zugegeben, daß diese physikalisch nur auf 1 cm Gewebstiefe angenommen werden kann, so ist ihr Wirkungsbereich doch durch die Ionisationsvorgänge, bei denen Lecithin zum Verfall und Cholin zur Abspaltung kommt, das als Zellgift in der Umgebung wirkt, viel weiter reichend und doch auf ca. 4 cm hinein denkbar. In praxi ist diese Wirkung nur denkbar in solchen Fällen, in denen eine Wirkung bis auf einige cm Tiefe erwünscht ist, ohne daß dabei deckende gesunde Schichten zu berücksichtigen sind. In den Fällen, in denen die Tumor deckende, gesunde Schichten geschont werden sollen, ist die sekundäre Betastrahlenwirkung und die Nähe der Strahlenquelle von besonderem Nachteil. Hier verdient, wie auch die Praxis ja bisher gezeigt, die Röntgentherapie, bei der bedeutende Strahlenmengen in der Tiefe zur Absorption gebracht werden können, den Vorzug. Tumoren, in und an die ein Radiumpräparat gebracht werden kann, werden durch dieses sicherer beeinflußt, besonders wenn ein Metall mit hohem Atomgewicht zwischengeschaltet wird zur Erzeugung kräftiger Betastrahlung. Aber es ist neuerdings wohl auch die Möglichkeit gegeben, diese letztere Behandlung durch die billigere Röntgenbehandlung zu ersetzen bei zwingendem Ausbau der Apparatur (Löwensteinröhre usw.).

Nr. 4. S. 187.

Löwenthal und Pagenstecher: **Intensiv- oder Dauerbestrahlung?** Bei Radium und Mesothorium scheint es sicher zu sein, daß man bei Karzinomen einen vollen Erfolg weit eher dann zu erwarten hat, wenn man wochenlang stark gefilterte Präparate von nur 5—15 mg auflegt, als wenn man größere Mengen mit entsprechenden Pausen anwendet. Bei den Röntgenstrahlen scheint Ähnliches der Fall zu sein und auch die Verwendung von Schwerfiltern (Blei) an Stelle von solchen mit niedrigen spez. Gewicht indiziert zu sein. Versuche ergaben, daß an der Oberfläche durch 3 mm Aluminium ca. 70 mal so viel Strahlen wirksam sind, als bei Verwendung von 1 mm Blei. Aber z. B. in 10 cm Gewebstiefe wurde nur 20 fache Zeitdauer bei 1 mm Blei gebraucht als bei 3 mm Aluminiumfilter. Es spielen aber nicht diese einfachen Zeitverhältnisse, sondern auch die während der Pausen auftretenden Änderungen des Wachstumsreizes der Gewebe eine große Rolle. Und deshalb sind trotz der längeren Bestrahlungszeiten bei Karzinomen und Sarkomen die Pausen möglichst zu kürzen und Bleifilter zu verwenden. Es wurden bis jetzt täglich 1—1½ stündige Bestrahlungen ohne jegliche Schädigungen vorgenommen. Mit fortschreitender Technik sollen die Zeiten noch verlängert werden. Man kann bei geeigneter Anordnung eventl. 4 Personen mit einem Filterkasten bestrahlen, dessen Wände mit auswechselbaren Bleiplatten ausgelegt sind. Diese protrahierte langsam wirkende Dauerbestrahlung werden vor allen Dingen bei allen Affektionen indiziert sein, bei denen es auf langsame Rückbildung und Vernarbung der Prozesse ankommt, wie z. B. bei Tuberkulose, bei vielen malignen Neubildungen usw. eventl. auch bei tieferliegenden Tumoren, die bisher ohne Aussicht bestrahlt wurden. Ein sicheres Urteil läßt sich erst dann fällen, wenn die Technik genügend brauchbare Apparate hergestellt hat.

Nr. 5. S. 227.

Henkel: **Zur Strahlentherapie in der Gynäkologie. Die Behandlung des Uteruskarzinoms.** Die Mesothorbehandlung steht noch im Stadium des Versuches. Die Ergebnisse ändern sich noch von Woche zu Woche. Es sind mehrfach schwere Schädigungen beobachtet. Auch das gesunde Gewebe wird beeinflußt. Der strahlende Körper muß dicht an das Gewebe herangebracht werden, die Filterung muß entsprechend den anatomischen Verhältnissen fortgesetzt geändert werden. Vor allem ist in der Filtertechnik Individualisierung notwendig. Vor allem soll man auch die Reaktion des Gewebes nach einem Bestrahlungsintervall abwarten. Bei Messing als Filter, das auch die β-Strahlung zurückhält, geht nur 3% der γ-Strahlung verloren. Verf. bestrahlt mit 3×50 gr Mesothor 8—12—24 Stunden und kontrolliert jeden achten Tag. Manche Karzinome bestrahlte Verf. nur zur Herstellung der Operabilität und zwar bevorzugt Verf. dann die vaginale Exstirpation. Trotz vieler Nebenwirkung und trotzdem die Tiefenwirkung wohl kaum über 4—5 cm zu steigern sein wird, so faßt Verf. sich doch dahin zusammen, daß wir bei der modernen Karzinomtherapie, abgesehen von der Operation, kein Mittel kennen, welches lokal eine soweitgehende günstige Beeinflussung des Karzinoms ermöglicht wie Mesothor und Röntgenstrahlen. Über die Chemotherapie läßt sich noch kein sicheres Urteil fällen. Von guter Wirkung scheint das Enzytol zu sein. Die Vaccinationstherapie scheint auch mit der Zeit Günstiges bewirken zu können. Die Röntgenbehandlung scheint nach der neuesten Erfahrung berufen zu sein, manchmal das Mesothor zu ersetzen, besonders wenn es gelingt, die Quelle nahe heranzubringen und durch geeignete Filter bzw. Metallsalzinjektionen, wolframsaures Kalzium, die Wirkung zu verstärken. Trotz der Einschränkungen wird die Strahlentherapie dauernd einen ersten Platz in der Karzinombehandlung einnehmen.

Nr. 6. S. 299.

Wermel: **Über die Eigenschaften des Blutes resp. Serums nach Einwirkung der Röntgenstrahlen.** Tierisches und menschliches Blut, welches mit Röntgenstrahlen vorbehandelt war, wurde in



Petrischalen verteilt und mit einer Metallschablone unter Lichtabschluß eine photographische Platte in schwarzem Papier 2—2×24 Std. exponiert. Jedesmal war dann eine der auf der Schablone ausgeschnittenen Figur entsprechendes Bild auf der Platte zu sehen, und ebendieselbe Photoaktivität konnte in dem Blut von mit Röntgen behandelten Kranken noch 3 Wochen nach der Behandlung festgestellt werden. Es wurde dann Pferdeserum mit Röntgenstrahlen in vitro vorbehandelt und dieses Kaninchen ins Ohr gespritzt. Es zeigten sich dort Reaktionen und schlecht granulierende Ulcera, die an Röntgenverbrennungen erinnern, und schließlich wurde auch eine leukozytäre Reaktion nach subkutaner Injektion festgestellt, die sich ca. 9—11 Std. nach der Injektion in einer Abnahme der Leukozythenzahl, manchmal nach vorhergegangener Zunahme darstellte. Es scheint nach einigen wenigen Versuchen auch aussichtsreich, dieses mit Röntgen vorbehandelte X-Serum auch therapeutisch zu verwenden.

Nr. 5, S. 225. Nr. 6, S. 313.

Döderlein und v. Seuffert: **Unsere weiteren Erfahrungen mit der Mesothoriumbehandlung des Karzinoms.** Die Erfahrungen erstrecken sich auf 200 Karzinomkranke, 153 Uteruskarzinome, 9 Mammakarzinome, 10 Rektum, 1 Blasenkarzinom, 3 Vulvakarzinome, 2 Uterussarkome, 1 Karzinomrezidiv der Thyreoidea, 1 Osteosarkom des Kreuzbeins und schließlich 20 verschiedene Karzinome bei Männern. Bei 31 Frauen mit Uteruskarzinom wurde durch die Mesothorbehandlung der Erfolg erzielt, daß zurzeit weder objektiv noch subjektiv irgendwelche Karzinomerscheinungen waren. Von 11 Rektumkarzinomen wurden 2 gut beeinflußt. Unter 9 Fällen von Mammakarzinom wurde zweimal ein Zurückgehen der Karzinomherde bis zum Verschwinden konstatiert. Nebenerscheinungen, hervorgerufen durch Wirkung der Strahlen auch auf gesundes Gewebe, wurden mehrfach beobachtet, so u. a. vielfach schwere Mastdarmerscheinungen und Tenesmen, die sich zu weitgehenden Verdickungen der Mastdarmwand umbildeten und auch zweimal Strikturen machten. Tägliche Klystiere mit 10%iger Tanninlösung mit 50 Tropfen Tinctura opii taten dabei gute Dienste. Viermal bildete sich durch Exfoliation gangränösen Gewebes eine Rektovaginalfistel, wobei aber sicher das Karzinom mit eine Rolle spielte. Es ist sicher zu hoffen, daß mit Ausbildung der Filtertechnik diese Nachteile behoben werden. Blutungen infolge Arrosion von Gefäßen wurden nicht beobachtet. Bindende Angaben hinsichtlich der Technik können nicht gemacht werden, Bleifilter sind jedenfalls besonders für das gesunde Gewebe schädlich. Mehr als 100—200 mg Mesothor zu nehmen, ist jedenfalls nicht rätlich. Unangenehm ist, daß bei schweren Karzinomfällen alle Beschwerden, auch die, die sicher durch das schwere Karzinom hervorgerufen werden, jetzt auf das Mesothorium häufig bezogen werden. Auch ergibt sich, daß bei der häufigen Kontrolle man mit der Misere eines unheilbar ad exitum führenden Karzinoms mehr belastet wird. Demgegenüber ist aber der Erfolg bei den günstig beeinflußten Fällen so groß, daß man diese Erschwerung nicht berücksichtigt. Wenn die Zukunft bestätigt, daß in diesen Fällen die Frauen endgültig geheilt sind, so ist es außer Frage, daß die Uteruskarzinomoperationen ihre Rolle in der Hauptsache ausgespielt haben. Man kann die Kranken mit vollem Vertrauen jedenfalls der Behandlung unterziehen, und je mehr Mitarbeiter für den Ausbau der Methodik sorgen, desto besser werden die Erfolge werden.

Nr. 12. S. 642.

Rach: **Radiologisch erkennbare, anatomische Typen der kindlichen Lungentuberkulose.** Durch die Röntgenuntersuchung ist nach Rieder die Möglichkeit gegeben, die bisherige, auf Empirie beruhende rein klinische Einteilung der Lungentuberkulose durch eine auf pathologisch-anatomischer Grundlage fußende zu ersetzen. Verf. versucht nun diesen Vorschlag auf das Kindesalter zu übertragen, wenn er auch zugibt, daß es nicht möglich ist, alle verschiedenen anatomischen Formen auch radiologisch zu erkennen und voneinander zu unterscheiden. Er glaubt trotzdem in folgenden sechs Typen, die er im einzelnen genauer bespricht, wenigstens einigermaßen die verschiedenen Bilder wiedergegeben zu haben. 1. der Ghonsche primäre Lungenherd, 2. die intumeszierende Bronchialdrüsentuberkulose, 3. die intrapulmonale Hilustuberkulose, 4. die Miliartuberkulose, 5. die Säuglingsphthise, 6. die Spitzentuberkulose. Bei diesen Krankheitsformen kann der röntgenologische Nachweis im Einklang mit den übrigen klinischen Symptomen bei genauer Überlegung vollkommen glücken.

Nr. 14. S. 763.

Carl-Löffler-Erfurt: **Leber und Milz im Röntgenbild.** Die bisherigen Methoden zur Darstellung der Leber befriedigen nicht recht (Köhler, Béclère). Verf. hat daher im Anschluß an Rieder versucht, durch Steigerung der Schattendifferenzen die Leber und Milz zur Darstellung zu bringen. Nach Darmreinigung und Fasten des Patienten füllt man mittels Darmrohr den Darm bis ins Coecum mit leicht vorgewärmtem Gas. Gleichzeitig bläht man den nüchternen Magen durch ein Brausepulver. Bei Milzdarstellung ist eine so reichliche Füllung nicht nötig. Die Methode ist geeignet, in manchen Fällen, die mit einer Veränderung der Form und Größe der beiden Organe einhergehen, frühzeitiger eine Diagnose zu ermöglichen, als dies bisher der Fall gewesen ist. Auch die Methodik der Gallensteindarstellung dürfte eine Bereicherung erfahren.

Nr. 15. S. 807.

Heineke: **Zur Theorie der Strahlenwirkung, insbesondere über die Latenzzeit.** Die Wirkung



der Röntgen- und Radiumstrahlen auf die lebende Zelle steht in naher Beziehung zum Kernteilungsvorgang, wie auch die Beschleunigung des Wachstums durch kleine Strahlendosen und die Hemmung durch intensive Bestrahlung zeigt. Einen weiteren Beweis dafür bringen die Versuche Hertwigs am Amphibienei sowie die Bestrahlung von Ei und Samenzelle vor der Kopulation. Diese beweisen, daß die Wirkung der Strahlen nur an den Elementen des Zellkerns, den Chromosomen auftritt und daß sie sich in der Vernichtung der Teilungsfähigkeit der bestrahlten Zelle zeigt, daß aber die Fähigkeit, zu befruchten oder befruchtet zu werden, erhalten bleibt. Auch bei den Trypanosomen tritt nach Halberstädter durch Bestrahlung nur die Vernichtung der Fortpflanzungsfähigkeit auf. Verf. glaubt nun, daß diese Tatsachen die bisher so rätselhafte Latenzzeit der Strahlenwirkung erklären. Die Wirkung der Bestrahlung äußert sich an den Zellen, bei denen nur die Teilungs- bzw. Fortpflanzungsfähigkeit vernichtet ist, erst nach Ablauf ihrer natürlichen Lebensdauer. Die Latenzzeit ist der Zeitraum, der zwischen der Vernichtung der Teilungsfähigkeit und dem natürlichen Absterben vergeht. Diese Hemmung der Karyokinese ist allerdings nur die charakteristische Reaktion der Zelle auf eine bestimmte mittlere Strahlendosis. Die Vorgänge sind sehr kompliziert. Es gibt sicher Zellen, die ganz anders reagieren wie z. B. die Lymphozyten, bei denen schon nach geringer Einwirkungszeit plötzliche Kernzerstörung auftritt. Sicher ist bei einer größeren Anzahl Zellen, wie z. B. auch bei einzelnen Sarkomzellen die Strahlenwirkung eine ganz andere, wenn auch bei den nicht empfindlichen Zellen durch starke Strahlenwirkung eine direkte Schädigung hervorgerufen wird, die ihr Absterben beschleunigt. Da aber bei den hochempfindlichen Zellen ganz ohne Latenzzeit in wenigen Stunden sich komplette Kernzerstörung zeigt, muß die Wirkung hier prinzipiell verschieden sein. Wassermann macht auch hinsichtlich der Strahlenwirkung einen Unterschied in den zwei Zellkomplexen, von denen die eine, die Nutrizeptoren, den vegetativen Funktionen dient, während die Genozeptoren der Vermehrung obliegen. Eine Vernichtung jeder dieser Gruppen führt zum Tode. Bei Vernichtung der letzteren bleibt die Zelle noch so lange am Leben, bis sie durch Abnutzung oder andere Kräfte zugrunde geht. Er führt diese Erklärung der Latenzzeit im einzelnen für die Krebszelle durch. Wenn auch die Empfindlichkeit bei den verschiedenen Krebszellenarten nun sehr verschieden ist, so kann man doch für einen großen Teil der Geschwülste diese Erklärung annehmen. Und die verschiedene Strahlenempfindlichkeit der Geschwülste wird auch in der verschiedenen Strahlenreaktion der einzelnen Zellarten zu erklären sein, sowohl der Geschwulstzellen selbst, als der normalen Zellen und Gewebe, von denen die Geschwulste ausgehen.

Nr. 15. S. 810.

Meyer-Betz: **Methode und klinische Bedeutung der Darstellung der Leber im Röntgenbild.** Trotzdem man nicht besonders darauf achtete, ist bei Publikationen einiger Autoren über Abdominalröntgenaufnahmen die Leber gut zur Darstellung gelangt, so bei Ziemssen, Rieder, Groedel und bei Köhler. Der letztere gibt eine Methode an, daß man durch hohe Röhrenstellung, wenn der Fokus in Höhe des 6. bis 7. Wirbeldornes steht, schärfere Konturen des unteren Leberrandes erhalten werde. Verf. glaubt aber, daß auch bei Köhler nur eine zufällige starke Gasfüllung des Colon transvers. die Ursache des guten Erfolges ist genau so bei den anderen Autoren und will dieses daher als verbesserte Methode empfehlen, ev. die Luftfüllung einzelner Abdominalteile, weil dann nicht alle Abdominalgebilde gleichen Absorptionskoeffizienten haben. Er füllt also den Magendarmkanal mit Luft und durchleuchtet dann. Das ist sehr wichtig, da auch für manche Zwecke die Palpation zur Feststellung der Lage der Lebergrenze zu anderen Organen angewendet werden muß. Zur Darstellung des linken Leberlappens muß man auch den Magen etwas aufblähen. Eine zweite Möglichkeit ist die inzwischen von Weber empfohlene Methode der Sauerstoffeinblasung in die Peritonealhöhle, die auch ungefährlich ist. Bei der diagnostischen Verwertung des Befundes bei dieser Methode muß man beachten, daß bei stärkerer Gasfüllung die Leber sich drehen kann und auch sonst, besonders bei der Sauerstoffinsufflation des Abdomens, Veränderung entstehen kann. Unter Berücksichtigung dieser Punkte ist demnach die Methode wichtig bei Feststellung von Leber- und Milzvergrößerungen, bei Hepatoptose und flottierenden Riedelschen Lappen. Auch zur Lokalisierung intraabdomineller Tumoren ist sie brauchbar auch manchmal bei entzündlichen Lebererkrankungen. Kontraindiziert ist die Gasinsufflation bei allen eitrigen Prozessen, peritonealen Reizzuständen usw.

Nr. 19. S. 1044.

Klee: **Die Magenform bei gesteigertem Vagus und Sympathikustonus.** Trotz der Versuche verschiedener Autoren (Eppinger und Heß, Riedel, Schlesinger, Elliot, Bergmann und Katsch, Eisler und Lenk, Massini usw.) ist es bisher unmöglich, beim Menschen eine strenge Differenzierung zwischen vagotonischem und sympathikotonischem Magenbild durchzuführen, ebensowenig wie eine schematische Scheidung in vago- und sympathikotonische Individuen. Verf. versuchte nun durch einen zerebralen Eingriff im Tierversuch einen gesteigerten Tonus im Vagus- und Sympathikusgebiet hervorzubringen. Sie bedienten sich dazu der sog. Sheringtonschen Dezerebration, bei der der Hirnstamm dicht hinter dem Tentorium cerebelli durchschnitten wird, wobei oft ein extremer Vagotonus auftritt. Dieser ist häufig so stark, daß die Tiere ohne Vagusdurchschneidung nur schwer am Leben zu erhalten



sind und gibt sich auch in starker Beeinflussung der Atmung, des Herzens usw. kund. Die Durchschneidung des Vagus ändert das Bild vollkommen, es tritt dann erhöhter Sympathikotonus ein und das gleiche konnte man nach den Versuchen des Verf. durch starke Abkühlung des Vagus erreichen. Bei nachheriger Wiedererwärmung der Nerven trat dann wieder erhöhter Vagetonus ein. Verf. machte die Versuche an 14 dezerebrierten Katzen und verfolgte dann nach Eingabe von Wismutbrei die Magentätigkeit unter den verschiedenen Bedingungen. Der Normalmagen der Katze zeigt ähnliche Form wie die Riedersche Angelhakenform beim Menschen. Fast die gleiche Form zeigt sich beim entnervten Magen, d. h., wenn beim dezerebrierten Tier Vagus und Sympathikus (Splanchnicus major und minor) durchschnitten waren. Der Tonus des Magens ist im ganzen geringer, doch funktioniert die Peristaltik geregelt vermöge des automatisch wirkenden Auerbachschen Nervenplexus. Bei Kühlung des Vagus wirken nur sympathische Impulse, Magen schlaff, Ränder glatt, keine Peristaltik. Wird der Vagus dann erwärmt, tritt innerhalb einer Minute ein anderes Bild auf. Der Pylorus kontrahiert sich. Der Magen zeigt lebhafte peristaltische Wellen bis zum Fundus hin. Gleichzeitig tritt starke Entleerung in den Dünndarm auf. Bei Wiederabkühlung des Vagus hört sofort diese Magenentleerung auf, auch der Tonus und die Peristaltik lassen wieder nach. Durchschneidet man nach der Dezebration sorgfältig alle sympathischen Äste, so tritt maximale Vaguswirkung, d. i. stärkste Tonuszunahme des Pylorusteiles und der Pars media in den Vordergrund, während der Fundus fast unberührt ist. Die Peristaltik ist aber hier fast immer geschädigt im Gegensatz zu den Fällen, wo Vagus- und Sympathikotonus gleichzeitig gesteigert waren. Wurde bei durchschnittenem Sympathikus dann der Vagus abgekühlt, so läßt der Spasmus sofort nach. Es tritt das Bild des entnervten Magens auf und man findet ferner das fast paradoxe Verhalten, daß trotz Vagusausschaltung und trotz erniedrigtem Tonus der Magenmuskulatur bessere und regelmäßige Peristaltik auftritt. Die Verwertung dieser Experimente für die Röntgendiagnostik des menschlichen Magens ist noch nicht zu übersehen.

Nr. 19. S. 1657.

Rosenthal: **Einiges zur Frage der Strahlentiefentherapie.** Bei jeder radioaktiven Substanz wird theoretisch jede in der Nachbarschaft der Kapsel gelegene Zelle eine zehntausendmal so große Dosis erhalten, als eine Zelle, welche 10 cm weit entfernt ist. In Wirklichkeit ist dieses sog. Dosenverhältnis noch größer, da die Voraussetzungen nicht sicher zu übersehen sind. Wegen der verschiedenen Beeinflussung der von den Strahlen getroffenen Zellen ist jedenfalls das Bestreben, dieses Dosenverhältnis klein zu machen, erste Bedingung einer rationellen Tiefentherapie. Bei dem Radium kann man das Präparat in das Zentrum einer Kapsel von ziemlich großem Durchmesser bringen. Bei 2 cm Durchmesser reduziert sich da z. B. das Verhältnis schon von 10000:1 bis zu 100:1. In den Röntgenstrahlen und speziell in den ganz harten Strahlen besitzen wir ein wertvolles Mittel, das Dosenverhältnis zu reduzieren, da wir bei genügend penetrierenden Strahlen durch Bestrahlung von allen Seiten große Mengen in die Tiefe bringen können. Verf. suchte nun zu diesem Zwecke möglichst harte ultrapenetrierende Strahlen zu erzeugen. Er konstruierte eine neue Röhre (von Polyphos, München, hergestellt), die durch Isolation des Kathodenhalses und Kühlung mit zirkulierendem Ol nach langdauernden hohen Belastungen standhält. Hinsichtlich der Wirksamkeit der ultrapenetrierenden Strahlen, die ja verhältnismäßig wenig von den Zellen absorbiert werden, und deren direkte Wirkung auf die lebende Zelle eigentlich aus diesem Grunde nicht so stark ist, ist hervorzuheben, daß wohl durch dieselben in jeder Zelle wieder Strahlen erzeugt werden, die weniger durchdringungsfähig sind, dementsprechend aber von der Zelle selbst und den Nachbarzellen wieder absorbiert werden. Was die Messung anbetrifft, so hat gerade die Jagd nach einer möglichst großen Zahl von x-Einheiten den Fortschritt etwas gehemmt. Bekannt ist, daß die Röntgenstrahlen die photographische Platte, die Sabouraud-Noirétablette usw. um so weniger beeinflussen, je härter sie sind. Verf. ist demnach, wenn es auch paradox klingt, bestrebt, bei einer bestimmten Energie und bei bestimmten Filtern mit einer Apparatur möglichst wenig X zu erhalten, da dann eben möglichst harte Strahlen erzeugt worden sind. Da außerdem jede Röntgenröhre ein Gemisch verschiedener Strahlen enthält, ist es fehlerhaft mit den üblichen Messungen den Mittelwert festzustellen. Die Zusammensetzung des Strahlengemisches ist in erster Linie abhängig von der Kurvenform. Bei möglichst geringer Breite und möglichst großer Höhe der Kurven treten auch besonders hohe Spannungsdifferenzen zwischen den Enden der Röntgenröhre auf und damit auch besonders harte Strahlung. Am wichtigsten ist es daher zu entscheiden, welche größten Härtegrade kann man mit einer Röntgenapparatur erzielen und zur Messung derselben hat sich die parallele Funkenstrecke zwischen vertikal übereinanderliegenden Spitzen am besten bewährt, und besonders dann, wenn sie nicht von Strömen falscher Richtung durchflossen wird. Möglichst große parallele Funkenstrecke und in zweiter Linie möglichst große Energie durch die Röhre zu schicken, zur Abkürzung der Bestrahlungszeit sind die Haupterfordernisse, die für die Tiefentherapie angestrebt werden müssen.

Nr. 19. S. 1057.

Crone: **Über Bariumsulfat als Kontrastmittel in der Röntgendiagnostik am Magendarmtraktus.** In der ersten Zeit nach Einführung des Bariumsulfates ereigneten sich einige Vergiftungen, die aber



durch Verwechselungen mit anderen Bariumsalzen, bzw. Verunreinigungen hervorgerufen waren. Man hat jedenfalls streng darauf zu achten, daß man nur reinstes Bariumsulfat (wie es z. B. Merck-Darmstadt liefert) verwendet. Es muß absolut unlöslich sein. Peyer hat 1912 noch 26 Präparate untersucht und davon 13 unbrauchbar gefunden. Bei reinem Präparat sind bisher keine Nebenerscheinungen beobachtet worden. Verf. teilt nun einen Fall von einem $3^1/_2$ jährigen Kind mit, bei dem ca. 24 Stunden nach einem Bariumsulfateinlauf plötzlich der Exitus eintrat, und bei dem klinisch eine Bariumintoxikation als Todesursache für sehr naheliegend angenommen wurde. Die Autopsie (Prof. Aschoff) ergab aber dafür keinen Anhalt, vielmehr wurde Schluckpneumonie und Gehirnödem bei einem lymphatischen Kinde als Todesursache angenommen. Unter genauer epikritischer Besprechung der Krankengeschichte usw. ist eine Bariumsulfatvergiftung auch hier sicher abzulehnen und somit Vergiftungen mit dem reinen Präparat bisher nicht bekannt geworden.

Nr. 20. S. 1109.

Keil: **Technik der Mesothoriumbehandlung bei gynäkologischen Fällen.** Verf. berichtet über die 67 Fälle, die in der Praxis des Prof. G. Klein-München beobachtet wurden. Der letztere hat schon im Dezember über außerordentlich gute Erfolge bei viel geringerer Bestrahlungsintensität berichtet. Da ferner die Behandlung nach Klein weder leicht noch ungefährlich ist, wird die Technik genau mitgeteilt. Es wurde gewöhnlich in Serien zu je 3—4 Einzelbestrahlungen hintereinander in 3 oder 4 Tagen behandelt, zwischen den einzelnen Serien lagen 1—2 Wochen Pause, die mit Röntgenbehandlung ausgenutzt wurde. Mit fortschreitender Besserung stiegen die Pausen bis zu 4—6 Wochen an. Bei der ersten Bestrahlung wurden β-, γ- und Sekundärstrahlung verwendet, später kamen nur β- und γ- oder nur reine γ-Strahlung zur Anwendung. In letzten 5 Monaten wurden nur Messingfilter von verschiedener Dicke verwendet, wobei keine Sekundärbestrahlung auftrat. Die Liegezeit der Kapsel war selten 24 Stunden, bei derben großen Tumoren 10—18, bei kleineren Tumoren 6—8, bei Narbenrezidiven 1—2 Stunden. Zum Fixieren wurde nur weiße Gaze benutzt, bei intrauteriner Einlage wurde die Kapsel mit Silber- oder versilbertem Kupferdraht fixiert. Vor der Behandlung und auch während derselben wurden Blut und Urin genau untersucht. Es standen 2 Röhrchen mit Mesothorium von 56 und 51,4 mg Aktivität zur Verfügung, die einzeln oder zusammen, je nach Lage des Falles, verwendet wurden. Die mg-Stundenzahl ist nicht verwendbar. Einzelheiten sind in den Krankengeschichten zu ersehen. Von 40 behandelten Fällen sind 11 klinisch geheilt, die übrigen sind günstig beeinflußt, die Nebenerscheinungen waren leichten Grades. Die Patienten müssen sich in vierwöchentlichen Intervallen vorstellen. Die bei der Behandlung auftretenden starken übelriechenden Ausflüsse haben keinerlei Bedeutung. Die intravenösen Infusionen mit Radium-Barium-Selenat (Merck) wurden gut vertragen, ebenso die kleineren Dosen von Enzytol. Trotz der guten Erfolge muß man aber doch auf dem Standpunkt beharren, daß operable Karzinome operiert werden, wenn keine Kontraindikation vorliegt.

Nr. 20. S. 1112.

Rapp: **Zur Enzytolbehandlung maligner Geschwülste.** Im Sommer 1912 wurde im Samariterhaus Heidelberg von Werner zuerst Enzytol angewandt und zwar zuerst subkutan, dabei zeigten sich unangenehme Nebenerscheinungen, Infiltrate, bzw. Ulzerationen, die ganz ähnlich dem Röntgenerythem bzw. der Röntgenulceration waren. Diese Erscheinungen waren aber ein weiterer Beweis für die Ansicht Werners, daß man mit Cholin die Wirkung der Radium- und Röntgenstrahlen imitieren könnte. Auch intermuskuläre Injektionen gaben Zufälle, deshalb wird jetzt nur intravenös injiziert. In $1^1/_2$ Jahren sind zirka 25—30000 Injektionen gemacht worden. Die Technik ist nicht schwer, man muß aber exakt arbeiten, vor allem darf man nicht injizieren, wenn die Nadelspitze nicht sicher in dem Gefäßlumen liegt. In einer Serie werden 15—20 Injektionen zu 4—5 ccm der $10^0/_0$igen Stammlösung gegeben. Auch bei langsamer Injektion tritt starker Blutandrang, Hitzegefühl manchmal auf. Blutdruckmessungen ergaben meistens deutliche Druckverminderungen. Die Resultate sind, da es sich immer um Kombination von Enzytol-, Röntgen-, Radium- und Mesothoriumbehandlung handelte, und zwar bei desolaten Fällen, nur mit den Bestrahlungsergebnissen zusammen zu beurteilen. Es ist fraglos, daß die Bestrahlungsdauer durch Enzytol bedeutend abgekürzt werden kann und immerhin ist ein Teil der günstigen Erfolge, die mit der Radiotherapie erzielt wurden, sicher auf die Kombination mit Enzytolinjektion zurückzuführen.

Nr. 22. S. 1226.

Chr. Müller: **Operation oder Bestrahlung.** Durch den Ausbau der Tiefentherapie ist die Radiotherapie in ein Stadium getreten, das dadurch charakterisiert ist, daß in der Tiefe die notwendigen hohen Dosen ohne Schädigung der gesunden deckenden Hautschicht zur Absorption gebracht werden. Die früher beobachtete Reizwirkung, die auf die zu geringen Dosen zurückzuführen war, zeigte nur das allererste Stadium der Rückbildung einer Geschwulst, die Hyperämisierung des Krankheitsherdes an. Die Gefahr des Auftretens von Tiefenschädigungen scheint nach den bisherigen Erfahrungen jetzt gleich Null zu sein, nur das Blutbild wird typisch verändert. Die in der Literatur beobachteten Spätschädigungen bilden eine seltene Ausnahme. Die Frage, ob nach allem diesen bei bösartigen Neubildungen die Strahlentherapie mit Umgehung der Operation als erste Behandlungsmethode gelten kann, hat trotz



eingehender Besprechung auf den letzten Kongressen noch keine klare Einigung erzielt. Verf. glaubt für eine Bejahung eintreten zu können. Das bisherige Versagen in vielen Fällen lag zum Teil an der Technik, sowie daran, daß fast nur inoperable Fälle, die durch Kachexie ihre Restitutionskraft verloren hatten, behandelt wurden. Die wenigen, die in früheren Stadien behandelten, haben aber die besten Erfolge aufzuweisen. Es soll natürlich nicht jedes beginnende Karzinom bestrahlt werden, aber die Radiotherapeuten, die über die nötigen Kenntnisse verfügen, sollen auch operable Fälle behandeln. Man kann bei der modernen Technik in ganz kurzer Zeit beurteilen, ob ein operabler Tumor auf Radiotherapie reagiert oder nicht. Es wird dadurch hinsichtlich der günstigen Chancen einer Operation nichts versäumt. Bei vielen Hautkarzinomen, Portiokarzinomen, auch Mammakarzinomen sind die Erfolge der Chirurgie überflügelt. Auch ist eine Anzahl erfolgreich behandelter Fälle noch nach drei Jahren rezidivfrei geblieben. Man kann daher die Strahlentherapie versuchsweise als erste Behandlungsmethode empfehlen.

Nr. 22. S. 1224.

König: **Probleme der Krebsbehandlung im Zeichen der Radiotherapie.** Bei der Behandlung bösartiger Geschwülste waren bisher große Lücken vorhanden, da eine Anzahl derselben wegen ihrer großen Ausdehnung einer operativen Therapie nicht unterzogen werden konnte. Mit den glänzenden Erfolgen der Röntgentherapie und der Behandlung mit Radium und Mesothorium scheinen diese empfindlichen Lücken in der Behandlung der Tumore ausgefüllt werden zu können. Erstens ist jetzt die Möglichkeit geboten, inoperable Tumoren überhaupt zu behandeln, zweitens werden die Radikaloperationen durch sofortige Nachbehandlung mittels der Strahlen wertvoll ergänzt. Nun haben Krönig, Gauß und auch de la Camp auf dem Kongreß für innere Medizin die Forderung der bewußten Anwendung der Strahlentherapie auf operable Tumoren aufgestellt. Verf. behauptet nun, daß die zum Beweise angeführten Statistiken nicht brauchbar seien, da bei Berücksichtigung der operativen Heilung aller beobachteten Tumoren viel günstigere Zahlen sich zeigen. Eine Statistik über Dauerresultate der Radiotherapie maligner Geschwülste kann zurzeit noch nicht bestehen, daher ist für das erste die chirurgische Behandlung operabler Geschwülste bei weitem günstiger. Die postoperative Bestrahlung wird allerdings auch bei ausgedehnten Geschwülsten ganz andere Aussichten eröffnen, wenn wir sie vorher operieren und wird sicher viel besser wirken, als wenn wir die ganze Masse der malignen Geschwülste ohne vorherige Operation durch Röntgen oder Radium vernichten wollen. Bestrahlen wir so nach jeder Operation, so wird die moderne Radiotherapie nicht eine Einschränkung, sondern eine Erweiterung der Indikation zur Operation herbeiführen.

Nr. 23. S. 1270.

Müller **Radiologische Beobachtungen über Fehlerquellen der klinischen Herzgrößenbestimmung.** Wie die Topographie des Magens durch die Untersuchung mit der Riederschen Mahlzeit uns einen wesentlich anderen Aufschluß gegeben hat, als wir bisher nach den Autopsiebefunden annahmen, so haben wir auch hinsichtlich der Lage und Stellung des Herzens im lebenden Organismus manches Neue gelernt, dabei ist sicher, daß man alle Einzelheiten, z. B. die Lage des rechten Ventrikels mittels der Röntgenstrahlen nur an einer kleinen Minderzahl der Fälle beurteilen kann. Es ist daher nicht zu verwundern, daß auch die klinischen Herzgrößenbestimmungen uns keinen sicheren Aufschluß geben können und auch mancherlei Fehlerquellen haben. So beurteilt man u. a. die Herzgröße bei der Perkussion allgemein nach der Lage der gefundenen Grenze zur linken Brustwarze. Wenn nun bei der Untersuchung die linke Grenze die Brustwarzenlinie überschreitet, so nimmt man eine Vergrößerung des Herzens an. Orthodiagraphische Untersuchungen ergaben nun, daß diese Annahme in einzelnen Fällen falsch ist, denn es fand sich, daß, während der normale Abstand der Mamillen zwischen 20 und 21,5 beträgt, bei manchen dieser Abstand auf 15—17 sinken kann. Hier würde der klinische Befund eine Herzvergrößerung annehmen, während die Röntgenuntersuchung normale Herzgröße ergibt. Bei pathologischen Fällen ist die Berücksichtigung dieses Umstandes noch wichtiger.

Nr. 27. S. 1492.

Rieder: **Zur Untersuchung des Wurmfortsatzes, besonders bei Appendizitis.** Der röntgenologische Nachweis des Wurmfortsatzes gelingt sowohl nach Darreichung einer Kontrastmahlzeit, als auch nach Verabreichung eines Kontrasteinlaufes. Im Gegensatz zu Singer und Holzknecht sah Verf. nach Einläufen den Wurm nur selten. Der Kontrastmahlzeit ist entschieden der Vorzug zu geben. Am häufigsten gelingt der Appendix-Nachweis 7—8 Stunden post coenam, wenn die antiperistaltischen Bewegungen im vollen Gange sind. Der Wurmfortsatz zeigt deutlich eine Eigenbewegung. Der Nachweis unter normalen Verhältnissen ist M. Cohn, der nach dem Vorgange von Grigorieff eine Massage des Coecum vornahm, systematisch gelungen. Ob es in pathologischen Fällen noch häufiger gelingt, ist sehr zweifelhaft. Bei Appendizitiskranken sind folgende Befunde bei der Röntgenuntersuchung erhoben worden. 1. sind mehrfach Adhäsionen und Knickungen konstatiert worden sowie Störungen der normalen Bewegung. 2. fand sich Stagnation von Darminhalt in der Ileocöcalgegend bis zu 48 Stunden und noch länger (George und Gerber). 3. ein streng auf die Appendixgegend lokalisierter Druckschmerz. Hier



ist auch der negative Befund, daß ein schmerzhafter Punkt nicht dem Coecum angehört, von besonderer praktischer Wichtigkeit. 4. ist von Dietlen Insuffizienz der Bauhinschen Klappe als wichtiges Zeichen der chronischen Perityphlitis bezeichnet worden. Schließlich kann als Überbleibsel alter Entzündungen Zerrungsschmerz bei unter Kontrolle des Leuchtschirmes ausgeführten Bewegungen, verminderte palpatorische Beweglichkeit usw. festgestellt werden. Auch der Nachweis von Kotsteinen ist manchmal geglückt. Verf. glaubt demgemäß, daß in vielen Fällen bei Verdacht auf Appendizitis die Röntgenuntersuchung von großem Nutzen sein kann.

Nr. 29. S. 1601.

Bumm und Warnekros: **Heilung tiefliegender Karzinome durch Röntgenbestrahlung von der Körperoberfläche aus.** Mit den radioaktiven Körpern kann man ohne Beschädigung der benachbarten Gewebe nicht tiefer als 2, höchstens 3 cm wirken. Wenn in der Tiefe von 3—4 cm und darüber eine genügende Einwirkung erreicht wird, erleiden trotz aller Filterungen die oberflächlichen Gewebspartien schwere Schädigungen, sogar weit um sich greifende Nekrosen, und die Kranken sind zwar von ihrem Krebs geheilt, erliegen aber der Mesothorium- oder Radiumverbrennung. Bei Anwendung der Röntgenstrahlen fällt diese Gefahr fort. Man kann weiteren Abstand von der Haut nehmen, da die Röntgenröhre das Vieltausendfache des Strahlenquantums der verfügbaren Menge der radioaktiven Substanzen liefert. Warnekros hat eine Reihe vergleichender Versuche mit Hilfe von photochemischen (Kienböckstreifen) und elektroskopischen (Wulffsches Elektroskop, Jontoquantimeter von Szillard) Reaktionen angestellt. Es ergab sich, daß die Strahlungsintensität der Röntgenröhre bedeutend stärker ist als die des Radiums und Mesothoriums. Diese Messungen wurden bestätigt durch neue Untersuchungen, die Privatdozent Cermak-Gießen mit Hilfe des Blättchenelektrometers nach H. E. Schmidt vorgenommen hat. Benutzt wurde einerseits ein einfacher Reformapparat für besonders durchdringende Strahlen und eine harte Maximumröhre bei einer nach Möglichkeit eingehaltenen Belastung von 4,5 MA, auf der anderen Seite 100 g Mesothorium in einem Zentimeter Messingkapsel. Es kommt bei der Krebsheilung nur auf die Menge der Strahlen an, die das krankhafte Gewebe treffen. Wenn auch die γ-Strahlung des Radiums eine größere Härte besitzt, so ist es doch bisher noch keinesfalls bewiesen, daß die Einwirkung dieser γ-Strahlen auf das Karzinomgewebe eine intensivere sei als die der harten Röntgenstrahlung. Um Krebswucherungen von 2 cm Dicke zur Heilung zu bringen, bedarf es einer Menge von ca. 3—500 X. Dieselbe Strahlenmenge muß bei in der Tiefe der Gewebe liegenden Karzinomgewebe dort zur Einwirkung kommen, dazu müssen an der Oberfläche ca. 3500 X gegeben werden bei 10 cm Tiefe, was ohne Schädigung nur mit ausgesucht harter Strahlung, reichlichem Abstand der Haut und durch verschiedene Einfallspforten geschehen kann. Nach diesem Prinzip wurden 6 ausgedehnte Kollumkarzinome, 14 Mammakarzinome, einige Lymphdrüsenrezidive, 1 Lungenkarzinom mit günstigem Erfolg behandelt. Einzelne Fälle sind schon über ein Jahr geheilt, wie die Krankengeschichten zeigen. Die heilende Wirkung der Röntgenstrahlen hat aber auch ihre Grenzen. Besonders Ovarialkarzinome und disseminierend wachsende Mammakarzinome wurden nur wenig beeinflußt. Es kann dann auch bei Applikation zu großer Strahlenmengen in der Magengegend zu andauerndem Erbrechen, zu schweren Diarrhöen, in der Nähe des Herzens zu schwerer Arrythmie kommen. Die Hautschädigungen dagegen sind bei harter Strahlung von geringerer Bedeutung. Sie heilen in 3—4 Wochen wieder ab, eine langwierige und tiefgehende Nekrosenbildung der Haut wurde bisher nie beobachtet.

Nr. 29. S. 1613.

Baisch: **Die Behandlung chirurgischer Tuberkulosen mit Enzytol.** (Borcholin.) Neben der Heliotherapie ist in letzter Zeit bei den chirurgischen Tuberkulosen auch Röntgenbehandlung mit gutem Erfolge angewandt worden, aber letztere ist bis jetzt allein noch nicht imstande, in allen Fällen Heilung zu bringen. Verf. versuchte daher auch für die Tuberkulose eine Verstärkung der Strahlenwirkung durch chemische Imitation derselben, wie sie Werner bei den Tumoren mit Erfolg in Form der Einverleibung des borsauren Cholins des Enzytols eingeführt hat. Es wurden 0,1 g des Präparates steigend bis zu 0,4 nur intravenös verabreicht. Die Nebenerscheinungen waren gering. Es wurden 26 Patienten zum Teil kombiniert mit der Röntgenbestrahlung behandelt; 10 scheiden bei der Beurteilung aus, 6 wurden geheilt, einer wesentlich gebessert; die übrigen sind noch in Behandlung. Die Wirkung der Einspritzung besteht in einer Besserung des Allgemeinbefindens, ferner zeigte sich lokal gleich nach der ersten Einspritzung leichte Zunahme und Succulenz und Schwellung, bei Wunden eine Vermehrung der Sekretion, welche Reaktion dann den allmählich einsetzenden Heilungsvorgängen Platz macht. Wichtig ist noch bei gleichzeitiger Anwendung von Bestrahlung und Enzytol auf die größere Empfindlichkeit der Haut durch die Injektion Rücksicht zu nehmen.

Nr. 31. S. 1715.

Krönig: **Über die biologische Reichweite der Radium-, Mesothorium- und Röntgenstrahlen.** Kr. widerlegt die in vielen Veröffentlichungen ausgesprochene Behauptung, daß die biologische Reichweite der Radium- und Mesothoriumstrahlen nicht über eine Gewebstiefe von 2—3 cm hinausgeht. Die neueren Beobachtungen ergaben einwandfrei, daß man durch 10 cm Gewebe hindurch elektiv ein Kar-



zinom beeinflussen kann, ohne Veränderung des gesunden durchstrahlten Gewebes. Bei den tiefliegenden Karzinomen wurden die besten Dauerresultate mit Radium und Mesothorium erzielt, auch wurden kürzlich mit 6 cm Hautdistanz Portio- und Scheidenkarzinome durch die vordere Bauchhaut mit günstigen Erfolgen bestrahlt, ebenso ein Pharynxkarzinom durch die ganze Halswand hindurch. Die Radium- und Mesothoriumstrahlen eignen sich aber deswegen nicht allgemein besser zur Behandlung der tiefliegenden Karzinome, als die Röntgenstrahlen, vielmehr ist von Bedeutung, daß die Röntgenstrahlen keineswegs den Radium- und Mesothoriumstrahlen biologisch gleichwertig sind. Mit Werner und einigen franz. Autoren ist Verf. auf Grund der seit 3 Jahren durchgeführten Behandlung zu der Überzeugung gekommen, daß sich verschiedene Karzinome gegen Radium- und Röntgenstrahlen ganz verschieden verhalten. Oft genug wurde beobachtet, daß Karzinome auf höchste Röntgendosen nicht ansprachen und dann auf relativ geringere Radiumdosen zurückgingen, und umgekehrt. Ein sicheres Urteil ist noch nicht möglich.

Nr. 31. S. 1716.

Amann: **Wandlung in der Krebsbehandlung mit Röntgenstrahlen.** Einen bedeutenden Fortschritt auf dem Gebiete der Strahlentherapie brachte die Durchführung der von Dessauer begründeten Tiefenbestrahlung bzw. Homogenbestrahlung. Vor mehreren Monaten hat Warnekras das glänzende Ergebnis der Krebsbehandlung mit homogener Bestrahlung veröffentlicht, wo 100 und mehr x von harten Strahlen täglich auf das gleiche Hautfeld, und zwar ohne bleibende Hautschädigung verabreicht wurden, dabei wurden Collumkarzinome des Uterus nur durch Bestrahlung von außen und vom Rücken aus, zum Verschwinden gebracht. Verf. machte nun in der letzten Zeit ganz analoge Erfahrungen. Es wurden im ganzen 52 Uteruskarzinome durch Röntgen-, Radium- und Mesothoriumstrahlen behandelt, (Röntgen intensiv Bestrahlung, ventral und dorsal häufig mehrere Tage das gleiche Feld mit 60—100 x und darüber ohne jegliche Hautschädigung). Von 31 als gänzlich verloren angesehenen Fällen von Collumkarzinom wurden klinisch geheilt 5, klinisch fast geheilt 4, wesentlich gebessert 7, symptomatisch gebessert 7. Auch in anderen Fällen waren die Erfolge ähnlich günstig. Der Absorptionskoeffizient der Strahlen, die von den neuesten Apparaten geliefert werden, beträgt 0,1, ist also gleich dem Absorptionskoeffizienten der Mesothorium-γ-Strahlung. Es handelt sich jedenfalls um andere Strahlung als die früher verwendeten, was auch aus der glatten Heilungstendenz der jetzigen Verbrennungen hervorgeht. Darmstrikturen und andere Nebenerscheinungen wurden nicht beobachtet.

Nr. 32. S. 1776.

Chilaiditis: **Zur Technik der gynäkologischen Röntgentherapie. Der Kompressor, ein Instrument für systematische Ausnützung der Verschieblichkeit der Bauchhaut.** Man kann bekanntlich durch Verschiebung der Haut über einem zu bestrahlenden Gewebe letzteres mehrmals, und zwar jedesmal von einer anderen verschobenen Hautstelle aus bestrahlen, und vermeidet dadurch die sonst eintretende Hautschädigung. Um die Verschiebung der Haut, die besonders bei der gynäkologischen Therapie wichtig ist, zu bewirken, benutzte Verf. längere Zeit nach Dohan die Fixierung der Bauchhaut durch Heftpflasterstreifen. Da dieses, sowie die Benutzung von Kompressionsblenden zu dem gleichen Zweck viele Nachteile hat, konstruierte Verf. ein Kompressorium, und zwar benutzte er ein Darmsaitengeflecht in Form und Größe eines gewöhnlichen Tennisschlägers, das mittels einer vernickelten Stange von etwa 30 cm Länge nach allen Richtungen drehbar an einem Stativ derart befestigt ist, daß es hebelartig in beliebiger Lage auf die Bauchhaut gedrückt und daselbst fixiert werden kann. Man kann durch das Gitterwerk die vorher gezogenen Grenzlinien der zu bestrahlenden Hautpartie sehen, und durch Auflegen der Schutzstoffe die Abgrenzung vornehmen. Der Druck ist leicht zu bemessen und abzustufen. Der Apparat wird von den Veifa-Werken Frankfurt a. M.-Wien angefertigt.

Nr. 32. S. 1779.

Geigel: **Ein kleiner Vorteil beim Durchleuchten mit Röntgenstrahlen.** Zur besseren Erhaltung der Adaptierung des Auges bei Durchleuchtungen im verdunkelten Zimmer empfiehlt Verf. im Röntgenzimmer eine Glühbirne mit rotem Glas anzubringen. Bei nicht zu dunklem Rot wird das Zimmer hinlänglich beleuchtet, um alle Vorbereitungen und Korrekturen der Stellungen vornehmen zu können.

Nr. 32. S. 1781.

Heidenhain: **Operation oder Bestrahlung. Eine kritische Betrachtung zu Sanitätsrat Dr. Chr. Müllers gleichnamigem Aufsatz dieser Wochenschrift.** Energische Zurückweisung der Angaben Müllers, daß auf Grund von sechsjähriger Bestrahlung von Tumoren ohne Spätschädigung Erfolge zu verzeichnen seien, die auch dem objektivsten Beobachter das Urteil aufdrängen, daß die neue Behandlungsform der bösartigen Geschwülste mit der bis jetzt souveränen Behandlungsmethode der Chirurgie rivalisieren könne. 1. besteht noch heute eine große Schwierigkeit, ein Instrumentarium zu beschaffen, das die nötigen hohen Energiemengen liefert. Solche sind erst im letzten Jahre in einigen Kliniken im Gebrauch. Der Beweis, daß eine Reihe von Partio-Karzinomen geheilt und drei Jahre rezidivfrei geblieben sind, steht noch aus. Verf. kennt nur zwei Fälle der gesamten Literatur. Für Mammakarzinom existiert kein einziger beweisender Fall. Auf eine eigene Statistik kann sich Müller nicht berufen, da die ältesten seiner Fälle erst zwei Jahre in Beobachtung sind und sicher in Kombi-

nation behandelt wurden. Auch die darüber im Oktober 1913 erschienene Publikation läßt sich vielfach widerlegen, so wäre es z. B. ein merkwürdiger Zufall, wenn bei der starken Hyperämisierung durch Diathermie nur Zerfallsprodukte des Tumors durch den Blutstrom befördert würden und nicht auch lebende Tumorzellen. Das Samariterhaus Heidelberg hat auch diese Kombination wegen schlechter Ergebnisse aufgegeben. Im Gegensatz zu seinen Äußerungen in dieser Zeitschrift, daß man durch Prüfung des Wertes der Strahlentherapie bei einzelnen Krebsen hinsichtlich der rechtzeitigen Operation nichts verlöre, schreibt Müller auf einer anderen Stelle Anfang April 1914, daß bei längerer Bestrahlung sich die Verhältnisse der Operationsmöglichkeit wesentlich verschoben haben können. Auch lassen sich durch äußere Untersuchungen die mikroskopisch kleinen Außenposten, die den primären Tumor umgeben, niemals feststellen. So kann man die Operationschance und ihre Veränderung im Laufe der Bestrahlung nie mit Sicherheit bestimmen. Die Ansicht Müllers, auch operable Fälle zu bestrahlen, muß daher entschieden zurückgewiesen werden. Der derzeitige Standpunkt der Chirurgie, der der einzig richtige sei, ist von König in derselben Nummer der M. m. W. dargelegt: Operieren und bestrahlen, um zurückgebliebene Reste zu vernichten. So gibt man keine Chance aus der Hand.

Berliner klin. Wochenschrift. 1914. Nr. 2. S. 55.

Weckowski: **Radiumbehandlung maligner Geschwülste.** Kurze Darstellung des augenblicklichen Standes der Radiumtherapie, der theoretischen Grundlagen und der Schwierigkeiten, die bei der Anwendung erwachsen, an der Hand einiger Fälle. Verf. kommt zu folgenden Schlußsätzen: 1. Die radioaktiven Stoffe Radium und Mesothorium üben auf karzinomatöses Gewebe eine zerstörende Wirkung aus, wie eine solche mit ähnlicher Regelmäßigkeit seitens eines anderen Verfahrens nicht bekannt ist. 2. Der Einfluß der bisherigen Röntgenstrahlen ist von dem der Radiumstrahlen verschieden, ob qualitativ oder quantitativ, steht noch dahin. Karzinome, die Röntgenstrahlen gegenüber Widerstand leisten, können durch Radiumbestrahlung in hohem Maße beeinflußt werden. 3. Das gute Endresultat ist von vielen Faktoren abhängig, von denen die Filterung, die Menge der radioaktiven Masse und die Entfernung des Radiumapparates vom Tumor die wichtigsten sind.

Nr. 2. S. 61.

E. Kutznitzky: **Mesothorium bei Karzinomen der Haut und anderer Organe.** Es gelingt mit Leichtigkeit, durch eine einmalige hinreichende Bestrahlung des Lokalisationsortes in der Haut einen oberflächlichen Krebs völlig oder fast völlig klinisch zu beseitigen. Auch vor einigen Jahren gelang dieses mit Radium häufiger. Jetzt wurde die Dosis gesteigert, weil durch Filtrierung viel verloren geht und die harten Strahlen durch die menschlichen Gewebe schwer absorbiert werden. Bei Hautkarzinom genügen 20—25 mg Mesothorium, auf einer Fläche von 10—15 mm Durchmesser verteilt. Diese Dosis wird bei Schleimhautkarzinomen dadurch gesteigert, daß auch von innen bestrahlt wird. Ferner wird nach Abheilung eine sog. prophylaktische Bestrahlung angeschlossen, bei der die Randstellen und die umgebenden gesunden Partien energisch mit bestrahlt werden. Bei den oberflächlichen Hautkrebsen bestrahlt Verf. gern ohne jedes Filter. Die dabei entstehende entzündliche Reaktion hält er für einen wichtigen Heilfaktor. Bei den tieferliegenden Hautkrebsen, bei der erwähnten prophylaktischen Bestrahlung und bei Karzinomen anderer Organe kommt man um die Anwendung härter gefilterter Strahlen nicht herum. Von 74 behandelten Karzinomen scheiden 14 wegen mangelnger Kontrolle aus, 33 Fälle sind klinisch geheilt, 20 noch in Behandlung, 4 erwiesen sich als refraktär, 3 haben Rezidive bekommen. Jedenfalls ergibt das Verhalten der refraktären Fälle die Tatsache, daß die menschlichen Krebse desselben Organs und derselben mikroskopischen Struktur therapeutisch sich völlig verschieden verhalten können. Tieferliegende maligne Tumoren wurden gemeinsam mit Lange behandelt. Wenn möglich, wurde erst operiert und dann nachbehandelt und zwar zuerst mit Röntgenstrahlen (20 cm Fokushautdistanz, jede Stelle 10—20 x, 3 mm Aluminiumfilter) und dann Mesothoriumbestrahlung.

Nr. 4. S. 293.

Schüller: **Über die Wirkung von Radium auf Milztumoren.** Es wurde versucht, für Röntgenstrahlen unempfindlich gewordene oder von Anbeginn refraktäre Milz- und Drüsentumoren mittels Radiumbestrahlung zu beeinflussen. Die Menge der zur Bestrahlung verwandten Substanz entsprach 150—200 g Radiumbromid. Von 9 behandelten Fällen lassen 4 eine genügende Beobachtung zu und es ergab sich, daß Milz- und Drüsentumoren bei Leukämie gut zurückgehen, und zwar unter gleichzeitiger wesentlicher Besserung des Blutbefundes und des Allgemeinbefindens. Schädigungen der Haut oder des Allgemeinbefindens wurden nicht beobachtet. Die Ausführung der Splenektomie wurde nicht erschwert. Es reagierten auch die gegen Röntgen refraktären Fälle, sowie auch die Milz bei einem Fall von Bantischer Krankheit.

Nr. 6. S. 252.

L. Halberstädter: **Experimentelle Untersuchungen an Trypanosomen über die biologische Strahlenwirkung.** Als experimentelles Testobjekt für die Analyse der biologischen Wirksamkeit verschiedener Strahlenarten scheint gegenüber den Beobachtungen an tierischen Geweben, die den Nachteil haben, nicht immer gleiche Versuchsbedingungen bieten zu können, das Experiment an einzelnen Zellen besonders günstig. Von Spermatozoen, Bakterien, Hefen und Protozoen, die alle bereits untersucht sind,

haben sich die Trypanosomen als besonders günstig erwiesen. Bisher ist nun ausschließlich die Beweglichkeit dieser Organismen als Kriterium der Beeinflussung durch Strahlen benutzt worden. Es zeigte sich aber nun auch bei chemotherapeutischen Versuchen, daß trotz erhaltener Beweglichkeit doch eine Schädigung der Trypanosomen schon eingetreten sein kann, indem sie bei Übertragung auf ein anderes Tier dieses nicht mehr zu infizieren vermögen. Dasselbe Verhalten zeigte sich nun auch bei Einwirkung der Radiumstrahlen Bestrahlte Trypanosomen vermochten in vielen Fällen, auf eine Maus verimpft, diese nicht mehr zu infizieren, während die Beweglichkeit erhalten war. Es handelte sich dabei in der Hauptsache um die β-Strahlen. Allein die Versuche mit Thorium X ergaben ebenfalls eine Wirksamkeit der α-Strahlen im gleichen Sinne. Bei den γ-Strahlen und den Röntgenstrahlen sind die Resultate noch nicht eindeutig. Manches scheint dafür zu sprechen, daß z. B. bei den stark penetrierenden Strahlen in der Hauptsache die in der bestrahlten Materie erzeugten Sekundärstrahlen die Wirkung hervorbringen.

Nr. 5, S. 201 und Nr. 6, S. 258.

Lazarus: **Stand und neue Ziele der Radium-Mesothoriumtherapie.** Darstellung der theoretischen Grundlagen der Strahlenwirkung unter spezieller Berücksichtigung der biologischen Einwirkung auf die Zellen und ihre Verwertung für die Therapie in großen Zügen. Das wichtigste ist folgendes. Zuerst bespricht Verf. die Beziehungen zwischen Strahl und Zelle und setzt seine sog. Bioelektronenlehre auseinander. Trifft ein Strahl eine Zelle, so wird seine Energie aufgespalten, ein Teil geht verloren, der andere löst aus den Zellatomen Elektronenschwärme: die Sekundärstrahlen. Trifft ein solcher ein anderes Atom, so wird ein neuer Sekundärstrahl zweiter Ordnung erzeugt usw., bis schließlich die Energie des Primärstrahles völlig in Wärme, elektrische und chemische Wirkung umgesetzt ist. Darin besteht der Vorgang der Strahlenabsorption. Der Mikrochemismus der Zelle wird infolgedessen gestört, es entstehen andere molekulare Gruppierungen, Dissoziationen, Synthesen usw. Speziell kommt auch in Frage die Aktivierung intrazellulärer Fermente (Bickel-Neuberg), sekundäre Oxydationen und Reduktionen. Auf diese nukleotrope Strahlenbeeinflussung bezieht Verf. u. a. auch Hertwigs Keimschädigung bei bestrahlten Spermatozoen. Vor allem werden davon alle chemisch stark arbeitenden, zum Teil labilen Zellen getroffen, wie die der parenchymatösen Organe Milz, Lymphdrüsen usw. Hinsichtlich der Strahlenabsorption im Gewebe ist ja der Unterschied zu machen zwischen den aus materiellen Teilchen bestehenden α- und β-Strahlen und den massenlosen γ-Strahlen, die in die Tiefe dringen können. Die α-Therapie beruht auf einer Beeinflussung der Grenzflächen, die β-Therapie auf Beeinflussung der Oberschichten, die γ-Therapie auf Beeinflussung der oberen und Tiefenschichten, jedoch letztere wieder indirekt auf Entwicklung der sekundären β-Strahlen, so daß diese die eigentliche Heilagens sind. Hinsichtlich der Praxis ist das Wichtigste die Dosierung. Außerdem muß man genau orientiert sein über die Ausdehnung des Tumors, die Empfindlichkeit der benachbarten Organe, sowie über alle sonstigen Gefahren der Strahlentherapie. Im einzelnen werden hinsichtlich der Tiefentherapie besprochen: 1. die Abhaltung der β- und Sekundärstrahlen durch Filter, 2. die Desensibilisierung des Gewebes, 3. die Distanztiefenbestrahlung des Verf., 4. Bayers Fernbestrahlung, 5. die Bestrahlung in Etappen, 6. die Kreuzfeuermethode von Wickham-Degrais, 7. die multilokuläre Bestrahlung, das Vielfeldersystem und das Tunnelkreuzfeuer für intratumorale Bestrahlungen, 8. die Sensibilisierung der zu beeinflussenden Gewebe, 9. die Steigerung der Strahlenwirkung durch Imprägnation mit fluoreszierenden Substanzen und 10. durch Kombination mit anderen Stoffen, die den Abbau hyperplastischer Gewebe befördern, wie Arsen, Eosinselen usw., 11. die Hervorrufung von Sekundärstrahlenbildung im Gewebe durch Einführung von unlöslichen Schwermetallen. Das beste ist trotz aller dieser Technizismen die offene direkte Behandlung, wie bei Haut- und Uteruskrebsen. Im Anschluß an eine kurze Schilderung der experimentellen pathologischen Erfahrungen im Tierversuch nach Bestrahlungen werden dann noch im einzelnen der Vorgang Strahlenwirkung beim Karzinom und die vier dabei histologisch zu beobachtenden Stadien besprochen und weiterhin die Gefahren zu schwacher Bestrahlung bei Tumoren und andererseits die Nebenwirkungen bei zu starker Dosierung sowohl auf die Nachbarorgane als auch die bei Maximalbestrahlung häufig zu starke Resorption der Zerfallsmassen, die Einwirkung auf das Blut usw. Da das Nil nocere auch hier oberstes Prinzip ist und auch Rezidive bei der Radiumbestrahlung auftreten, bleibt vor der Hand noch immer die Frühoperation der Karzinome der wichtigste Akt der Krebstherapie und auch sonst ist Entfernung der großen Tumormassen bei inoperablen Fällen indiziert. Die primäre Radiumtherapie ist indiziert 1. bei Hautkrebs, 2. bei operablem Krebs mit ernsten Komplikationen innerer Organe (Herz, Lunge usw.), 3. bei inoperablen Primärkrebsen, Rezidiven und metastatischen Lymphdrüsen. In der neueren Medizin sind Erfolge zu erwarten bei intrathorakalen, sarkomatösen und pseudoleukämischen Drüsentumoren, dgl. bei Bronchialdrüsenschwellungen, Malariamilztumoren, leukämischer Milz, tuberkulösen Lymphomen, Lymphadenomen, den sog. Adenopathien usw. Ferner sah Verf. Erfolge bei den Krankheiten der Drüsen mit innerer Sekretion, z. B. Morb. Basedowii, auch bei Neuralgie, Ischias usw., sowie schließlich auch in einigen Fällen von Tuberkulose. Auch bei Hirntumoren ist vielleicht Erfolg zu erwarten. Zum Schluß bespricht Verf. noch das Verhältnis des Radiums zu den Röntgenstrahlen und bezeichnet als nächste weitere Ziele der Strahlentherapie 1. die Feststellung jenes Quantums Strahlenenergie, das zur Erzielung



eines bestimmten physiologischen Effekts nötig ist, 2. der Ausbau der künstlichen Energieumwandler, die die Transformation elektrischer in biologisch stark wirksame Energie bewirken, 3. die Erforschung der im durchstrahlten Gewebe, besonders im Zellinnern sich abspielenden chemischen Umsetzungen (Oxydation, Fermentaktivierung usw.).

Nr. 5. S. 207.

Pinkuss: **Weitere Erfahrungen über die Mesothoriumbestrahlungstherapie bei Karzinom.** Nach zweijährigen Versuchen steht der Verf. auf dem Standpunkt, bei leicht operativen Fällen jüngerer Personen zuerst die Operation und dann nach dieser die Bestrahlung vorzunehmen, während es bei älteren Kranken, wo der Eingriff mit Lebensgefahr verbunden ist, die Bestrahlungsbehandlung allein in Anwendung kommt. Außerdem wird in allen Fällen, wo es möglich ist, die Exstirpation der Wucherungen vorgenommen, um so besser nach Ausschaltung des ersten Absorptionsgebietes das weiter in der Tiefe gelegene Gewebe zerstören zu können. Die Dosen waren 50—100 g Radiumbromid, Zeitdauer der Bestrahlung 4—6—8 Stunden, in einzelen Fällen 10—14 Stunden. Schädliche Wirkungen wurden durch Verbesserung der Filtration (Anwendung von Messingfiltern, Vermeidung von Blei) verhindert. Jedes einzelne Bestrahlungspräparat muß von Zeit zu Zeit frisch mit der biologischen Methode geaicht werden. Das Präparat wird immer durch Einwicklung in sterile Gaze einige Millimeter vom Gewebe entfernt angebracht. Die Technik bedarf noch immer des weiteren Ausbaues, man darf nicht rein empirisch weiterbestrahlen, sondern muß sich vor allem beim Ausbau der Hilfe des Physikers bedienen. Auch auf Allgemeinerscheinungen muß bei der Bestrahlung geachtet werden, da gewisse toxämische Symptome auftreten können. Über Röntgenbehandlung hat Verf. wenig Erfahrung. Versuche zur Erzeugung von Sekundärstrahlen im Gewebe durch Einspritzung von Metallsalzen (Wismutoxyd, Bariumsulfat) sind im Gange, haben aber noch keine festen Ergebnisse. Die Kombination mit Enzytolinjektionen, die ganz gut vertragen werden, erscheint aussichtsreich.

Nr. 5. S. 198.

Warnekros: **Zur Röntgentechnik der Karzinombestrahlung.** Der enorme Unterschied zwischen Mesothor- und Röntgenbestrahlung liegt in der Quantität und der räumlichen Anordnung. Bei Bestrahlung einer Patientin vom Abdomen aus wurden Kienböckstreifen in die Scheide gelegt. Dabei ergab eine Röntgenbestrahlung von nur 10 Minuten eine Dosis von 10 x, während bei einer gleich langen Bestrahlung mit 200 mg Mesothor der Effekt gleich Null war. Am Phantom lieferte bei Fokushautdistanz von 22 cm eine moderne Röntgenröhre in 10 Minuten unter 3 mm Aluminium 100—120 x an der Oberfläche und Tiefenwirkung bis 30 cm. 200 g Mesothorium ergab bei 15stündiger Bestrahlung nicht einmal an den obersten Streifen einen meßbaren Effekt. Die Erfahrung ergab hinsichtlich der Technik der Röntgenbestrahlung die Forderung, durch kombinierte Bestrahlung vom Abdomen und Vagina aus in möglichst kurzer Zeit große Dosen ohne Hautschädigung zu geben. Mittels der neuen Apparate und Röhren (Maximumröhre von Veifa) gelang es, in 10 Minuten bei 20 cm Fokushautdistanz unter 3 mm Aluminium 80—120 x zu erhalten, und zwar konnten dieselben Hautpartien schon am folgenden Tag wieder bestrahlt werden, so daß die äußere Haut einer Patientin, auf 16 Felder verteilt, in 20 aufeinanderfolgenden Bestrahlungstagen bis 3500 x bekommen hat. Die Schädigung der Haut war mit der neuen Apparatur sehr gering. Bei Bestrahlung bis zu beginnender Rötung war diese in acht Tagen unter Abschilferung wieder verschwunden und hinterließ nur Pigmentierung. Ein Vergleich der Maximumröhre mit einer Müllerwasserkühlröhre am Phantom ergab auch dementsprechend eine viel stärkere Tiefenwirkung. Die Apparate waren der Reformapparat der Veifawerke mit der Amrheinschen Maximumröhre und dem Induktorapparat von Reiniger, Gebbert & Schall mit dem verbesserten Gasunterbrecher von Baumeister. Mit dem Reformapparat kann man auch eine Patientin gleichzeitig mit mehreren Röhren von verschiedenen Seiten bestrahlen Auch der Apexapparat von Reiniger, Gebbert & Schall gibt gute Resultate. Schließlich wird jetzt eine Röhre gebaut, durch die nach Schutz der Scheide durch ein geerdetes, wassergekühltes Spekulum die Antikathode direkt an die Portio zur Bestrahlung herangebracht werden kann.

Nr. 5. S. 193.

Bumm: **Weitere Erfahrungen über Karzinombestrahlung.** Bericht über 108 Fälle, in denen ohne Ausnahme das eine Mal schneller, das andere Mal langsamer, immer aber im Laufe von 3—5 Wochen die lokale Heilwirkung der Bestrahlung zutage trat. Radium und Mesothorium bewirken zuerst einen Reizzustand, dann einen Zerfall des Gewebes. Hand in Hand damit geht eine fibröse und hyaline Degeneration des Bindegewebes und es bildet sich eine narbige Schwiele an der Stelle des betroffenen Gewebes. Eine elektive Wirkung auf die Karzinomzelle findet nicht statt. Die radioaktiven Substanzen wirken nicht qualitativ, sondern quantitativ verschieden auf Karzinom, Bindegewebe und Muskelzellen. Daraus erklären sich die nebenbei entstehenden Schädigungen des umgebenden Gewebes und die Entstehung von Mastdarmstrikturen, Blasen, Darmfisteln, nekrotischen Prozessen usw., die in vielen Fällen zur Vorsicht mahnen. Die völlige Austilgung der Karzinomwucherung gelingt mit Radium- und Mesothoriumbestrahlung heute sicher bis auf die Tiefe von $2^1/_2$ cm gemessen am geschrumpften Präparat. In Entfernung von über



4 cm fand sich lebensfrisches Karzinomgewebe. Wegen der Schädigungen ist die Dosierung wichtig. 50—100 mg Radium werden als regelmäßige Einzeldosis betrachtet. Größere Dosen wirken trotz Filterung verbrennend. An Stelle der Bleifilter, die zuviel Sekundärstrahlung entwickelt, werden 3 mm Aluminium und 1,5 mm Messingfilter angewendet, die zum Schutz gegen die Sekundärstrahlung mit 2 mm dickem, metallfreiem Gummi überzogen werden. Wichtig ist, den direkten Kontakt der Röhrchen mit dem Gewebe zu vermeiden, vielmehr durch Wattehüllen usw. das Präparat einige Millimeter von der Gewebsoberfläche entfernt zu halten. Bei aller Wertschätzung der Radium- und Mesothorbehandlung scheint aber die Bestrahlung mittels der Röntgenröhre doch den Hauptteil der Behandlung einnehmen zu müssen, während die Wirkung der radioaktiven Substanzen nur zur örtlichen Beeinflussung der primären Krebsherde benutzt wird. Die Röntgenröhre liefert nämlich viel größere Mengen der harten Strahlung und verdient deshalb da, wo größere Bezirke zu behandeln sind, den Vorzug. Die Fortschritte in der Leistungsfähigkeit der neuen Röntgenröhren berechtigen zu großen Hoffnungen. Mittels der neuen Veifaröhre ist z. B. eine Beeinflussung eines Portiokarzinoms von den Bauchdecken her in Entfernung von 9 cm ohne Schädigung der Haut sichergestellt und man kann hoffen, daß mittels geeigneter Kombination die Zukunft der Krebsbehandlung der Bestrahlung gehört.

Nr. 7. S. 309.

Davidsohn: **Zur Technik der Tiefenbestrahlung.** Es werden empfohlen: 1. Annäherung der Röntgenröhre an die Körperoberfläche. 20 cm Fokushautabstand ist das Minimum, 30—38 cm das Maximum. 2. Filterung mit 3 mm Aluminium. Oberflächenmaximaldosis für eine Hautstelle ist dann 30 x. 3. Kompression der Haut mit Luffaschwamm und Gurtkompression usw. 4. Bestrahlung von mehreren Einfallspforten. Zu diesem Zweck wird empfohlen der Hochspannungsalternator (Koch & Sterzel), ein Pendelumschalter, der im Hochspannungskreis liegt und fortwährend Schließung und Öffnung zweier Stromkreise bewirkt. Man kann mit ihm zwei Röhren betreiben, die dann abwechselnd in Tätigkeit sind und im Gegensatz zum Viernadel-Hochspannungstransformator nicht gleichpart zu sein brauchen. 5. Dauernde Erhaltung des Härtegrades und Betreiben mit 2—3 MA, ev. inzwischen Auswechslung des Rohres. 6. Gesamtdosis bis zu 300 x. Mehr wird nur in malignen Fällen gegeben. Möller (Hamburg).

Wiener Sitzungsberichte, Mathem. naturw. Klasse. Bd. 123, S. 523. 1914.

E. Haschek: **Über Leuchterscheinungen des menschlichen Körpers.** Da der Röntgenologe vielfach Gelegenheit hat, sich im Dunkeln aufzuhalten und daher vielleicht auch die hier in Frage stehenden Leuchterscheinungen zu beobachten, so dürfte ein Bericht über die Versuche des Verf. auch hier am Platze sein. Es handelt sich dabei um die vielfach angezweifelten Beobachtungen Reichenbachs über das menschliche „Od", d. h. über das vom Körper des Menschen sowohl wie auch vielfach von seinen Kleidungsstücken ausgehende äußerst schwache Leuchten, das natürlich nur nach vollkommener Dunkeladaptation des Auges und auch dann nur von besonders dazu Befähigten, den sog. Sensitiven, zu beobachten sein soll. Verf. zeigt nun, daß ein solches Leuchten tatsächlich besteht, und daß es sich auch sehr einfach nach Analogie des Leuchtens des Phosphors durch eine langsame Oxydation der Ausscheidungsprodukte der menschlichen Haut, also vor allem des Schweißes, erklärt. Da ferner die Dämpfe dieser Produkte sich in den längere Zeit getragenen Kleidungsstücken festsetzen, so ist es nur natürlich, daß auch diese dann ein ein ähnliches Licht aussenden, wie der Körper selbst. Ein Sensitiver unterscheidet sich von einem Nichtsensitiven lediglich dadurch, daß das Auge des ersteren für solche sehr schwachen Lichteindrücke empfindlicher ist, eine Fähigkeit, die übrigens durch Übung verbessert und andererseits durch äußere Reize, körperliches Unbehagen und dgl. beeinträchtigt werden kann. Eine Lichtwirkung des magnetischen Feldes als solchen, wie Reichenbach sie gefunden haben wollte, konnte nicht festgestellt werden.

The Physical Review. (2). Bd. 4, S. 208. 1914.

W. P. Davey: **Die Faktoren, welche die von einer Röntgenröhre ausgegebene Röntgenstrahlung bestimmen.** Verf. mißt die Wirkung der Röntgenstrahlen durch die Größe des Ionisationsstromes, welchen sie in einer besonders für diese Zwecke gebauten Ionisationskammer mit Goldblattelektrometer erzeugen. Er findet, daß dieser Strom bei gleicher Härte der Röhre direkt proportional der durch die Röhre gehenden, mit einem Drehspulmilliampèremeter gemessenen Stromstärke ist, wie dies ja schon von verschiedenen Seiten festgestellt ist. Ferner findet er auch, daß bei verschiedener Härte der Röhre der Ionisationsstrom zwischen den Härtegraden 3 und 8 der Benoistschen Skala direkt proportional dem in dieser Skala gemessenen Härtegrad ist, was bisher nicht bekannt gewesen sein dürfte und auch wohl noch der Nachprüfung bedarf. Er benutzte zwei Röhren, die eine mit einer Platin- und die andere mit einer Wolframantikathode, die beide mit demselben Hochspannungsgleichrichter betrieben wurden. Die Stromstärke lag zwischen 3 und 28 M.-A. Die Leistung der Röhre mit Platinantikathode war unter sonst gleichen Umständen um etwa 10% größer als die der andern, was aber wohl nur an der größeren Glasdicke der letzteren lag.

The Physical Review. (2). Bd. 4, S. 217. 1914.

L. G. Davey: **Die mittlere Entstehungstiefe der Röntgenstrahlen in einer Platinantikathode.** Verf. bestimmt durch elektrometrischen Vergleich die Stärke der Strahlung einer Röntgenröhre mit Platin-

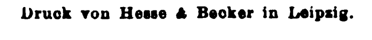


antikathode nach zwei bestimmten Austrittsrichtungen hin und berechnet daraus, daß bei einer Härte 6 B die mittlere Entstehungstiefe der Röntgenstrahlen in einer solchen Antikathode 0,00022 cm beträgt. Da nun nach den Versuchen von Ham (s. Fortschr. Bd. 15, S. 49) und W. P. Davey diese Entstehungstiefe proportional der an der Röhre herrschenden elektrischen Spannungsdifferenz ist, und da ferner diese letztere nach der im vorstehenden Referat besprochenen Arbeit zwischen 3 und 8° B proportional der in Benoist-Graden ausgedrückten Härte der Röhre ist, so glaubt Verf. sich berechtigt, auf Grund jenes einen Versuches die mittlere Entstehungstiefe der Röntgenstrahlen in einer Platinantikathode für den genannten Härtebereich allgemein durch die Formel 0,00004 H cm darstellen zu können, wo H die Härte der Röhre in Benoist-Graden bedeutet.

Philos. Magazine. Bd. 26, S. 1024, 1913 und Bd. 27, S. 703 1914.

H. G. J. Moseley: **Die Hochfrequenzspektren der Elemente.** In diesen beiden Abhandlungen bestimmt Verf. durch photographische Aufnahmen am Kristallspektrometer (s. Fortschr. Bd. 22, S. 148) die Wellenlängen der homogenen sekundären Röntgenstrahlen. Diese von Barkla entdeckten Strahlen werden bekanntlich von den gewöhnlichen Röntgenstrahlen in den Atomen der meisten chemischen Elemente erzeugt und sind dadurch gekennzeichnet, daß sie in den verschieden tiefliegenden Schichten eines Stoffes bei gleicher Dicke und Zusammensetzung dieser Schichten auch die gleiche Absorption erfahren, was ja bei den gewöhnlichen Röntgenstrahlen nicht der Fall ist. Man hat deswegen schon längst vermutet, daß es sich bei jenen Sekundärstrahlen um eine monochromatische Strahlung nach Art derjenigen einer einzelnen Spektrallinie eines optischen Linienspektrums handelt, und diese Vermutung hat nun Verf. tatsächlich bestätigt. Er findet nämlich in seiner ersten Abhandlung, daß für alle Elemente, deren Atomgewicht zwischen dem des Ca (40) und dem des Zn (65) liegt, die ausgesandte Sekundärstrahlung aus je zwei Linien, einer stärkeren und einer schwächeren, besteht, von denen die erstere stets eine um etwa 10% größere Wellenlänge hat als die letztere. Die Wellenlängen dieser Linienpaare nehmen ferner mit steigendem Atomgewicht des emittierenden Elementes ab; und da nun Barkla gefunden hat, daß das Durchdringungsvermögen seiner homogenen Strahlen mit dem Atomgewicht des emittierenden Elementes zunimmt, so sehen wir also, daß hier allgemein die kürzere Wellenlänge das größere Durchdringungsvermögen hat. Die Größe der Wellenlänge beträgt nach dem Verf. z. B. für die stärkste der beiden Linien des Ca: $3{,}368.10^{-8}$ cm und für die entsprechende Linie des Zn: $1{,}445.10^{-8}$ cm. In der zweiten Abhandlung sind dann die Versuche auf fast alle chemischen Elemente mit Atomgewichten zwischen dem des Al (27) und dem des Au (197) ausgedehnt. Dabei ergaben sich zwei verschiedene Reihen solcher Linienspektren, die übrigens ebenfalls schon von Barkla und seinen Schülern aus Absorptionsmessungen erkannt und als die K- und die L-Reihe bezeichnet worden waren. Der ersteren Reihe gehören diejenigen homogenen Sekundärstrahlen an, welche von den Elementen mit Atomgewichten zwischen dem des Al (27) und dem des Ag (108) ausgesandt werden, und der zweiten diejenigen aus den Elementen mit Atomgewichten zwischen dem des Zr (91) und dem des Urans (238), so daß also einige Elemente, z. B. das Ag, sowohl Strahlen der K- als der L-Reihe aussenden können. In diesem Falle haben die der letzteren stets ein viel geringeres Durchdringungsvermögen als die der ersteren, während in jeder Reihe selber das Durchdringungsvermögen der Strahlen mit dem Atomgewicht des aussendenden Elementes steigt, wie schon oben für die K-Reihe erwähnt wurde. Dementsprechend findet nun Verf. bei seinen Wellenlängenbestimmungen, daß in beiden Reihen die Wellenlänge mit steigendem Atomgewicht abnimmt; während aber in der K-Reihe das Spektrum jedes Elementes, wie schon erwähnt wurde, nur aus zwei Linien besteht, ist in der L-Reihe das Spektrum jedes Elementes aus fünf Linien zusammengesetzt, deren Wellenlängen aber wieder bei allen Elementen in ähnlichen Verhältnissen stehen. Als Wellenlänge der stärksten Linie der beiden äußersten Elemente der K-Reihe wird $8{,}364.10^{-8}$ cm für das Al und $0{,}560.10^{-8}$ cm für das Ag angegeben und ebenso in der L-Reihe $6{,}091.10^{-8}$ cm für das Zr und $1{,}287.10^{-8}$ cm für das Au. Die zu letzterer Reihe gehörige entsprechende Linie des Ag hat die Wellenlänge $4{,}170.10^{-8}$ cm, d. h. also einen viel größeren Wert als den soeben für die Ag-Linie der K-Reihe angegebenen, wie es ja auch wegen des geringeren Durchdringungsvermögens der Strahlen der L-Reihe zu erwarten war. — Berechnet man aus der Wellenlänge λ die Frequenz ν, d. h. die Zahl der Schwingungen in der Sekunde, nach der Formel $\nu = \frac{c}{\lambda}$, wo c die Lichtgeschwindigkeit, so zeigt sich, daß für die hier in Rede stehenden Schwingungen eine lineare Beziehung zwischen $\sqrt{\nu}$ und der sog. Atomzahl des betr. Elementes besteht. Es ist dies diejenige ganze Zahl, welche die Nummer des Elementes in der nach dem periodischen System geordneten Reihenfolge aller Elemente angibt, und welche z. B. für H = 1, für He = 2, für Li = 3, für Al = 13, für Ca = 20, für Fe = 26, für Cu = 29, für Zn = 30, für Ag = 47, für Pt = 78, für Au = 79 usw. ist. Nun hat man schon aus andern Gründen vermutet, daß diese Atomzahl geradezu die Anzahl der in dem betr. Atom enthaltenen positiven und negativen Elementarladungen, d. h. also auch die Anzahl der darin befindlichen Elektronen darstellt; und diese Vermutung erhält nun offenbar durch die eben genannte, vom Verf. gefundene Beziehung eine neue Stütze.

Walter (Hamburg).



Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10 Hamburg zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Band XXII Ausgegeben am 18. März Heft 6

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Dr. **A. Béclère** in Paris, Prof. Dr. **v. Bergmann** in Altona, Staatsrat Prof. Dr. **v. Bruns** in Tübingen, Privatdozent Dr. **Christen** in Bern, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Czerny** in Heidelberg, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Privatdozent Dr. **L. Freund** in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Friedrich** in Marburg, Prof. Dr. **Gocht** in Halle, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Oberarzt Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Carl Lauenstein** in Hamburg, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Riedel** in Jena, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Generalarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg, Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam und Stabsarzt Dr. **Winkler** in Ingolstadt

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1915

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 30 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—)

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Aus dem Radiologischen Institut der Allgemeinen Poliklinik in Wien.

Über Härtemessung des Röntgenlichtes.

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck.**

Es werden in der Praxis zahlreiche Apparate zur Bestimmung der Penetrationskraft des Röntgenlichtes verwendet, sogenannte Härtemesser oder Penetratometer; die Härteangaben der in den ersten Jahren konstruierten Instrumente (Walter, Benoist usw.) bieten aber keine direkte Vorstellung von der Penetrationskraft des Lichtes und der entsprechenden Tiefenverteilung desselben in bestrahlten Massen, speziell in menschlichen Körperteilen. Man kann aber auch Apparate konstruieren, welche über die Tiefenverteilung des Lichtes anschauliche Angaben machen und dadurch, wie Christen sich ausdrückt, eine „absolute" Härtemessung darstellen. Das erste, in diesem Sinne „absolute" Härtemeßverfahren wurde — wie anscheinend allgemein übersehen wird — von mir angegeben.

1. Härtemessung von Kienböck 1906:

Quantimetrische Härtemessung, 1 cm-Wassertiefendose.

Verfasser gab bei der ersten ausführlichen Beschreibung des Quantimeters im Jahre 1906 in Verbindung mit der Oberflächen- und Tiefenmessung eine neue Methode der Härtemessung an: der couvertierte Reagensstreifen, der auf der Haut des zu bestrahlenden Körperteiles zu befestigen ist, wird mit einem Aluminiumplättchen[1]) von 1 mm Dicke belegt; man muß darauf achten, daß Streifen und Plättchen auf der Einfallsrichtung der Strahlen senkrecht stehen. Nach der Entwicklung des Streifens wird am frei gebliebenen Teil die Oberflächendose, an dem bedeckt gewesenen Teile die 1 mm-Aluminiumtiefendose abgelesen. Infolge der beiläufig dem Verhältnis 1:10 entsprechenden Äquivalenz von Aluminium einerseits und dem uns (wegen der analogen Dichte mit Körpergewebe) in der Praxis mehr interessierenden Wasser andererseits, wird man statt „1 mm-Aluminiumtiefendose" lieber gleich sagen: „1 cm-Wassertiefendose".

Man vergleicht nun die Dosenzahl der beiden Felder und hat dadurch ein Verfahren zur Bestimmung des Härtegrades. Je größer Ceteris paribus, der Kontrast zwischen beiden Feldern ist, oder — genauer gesagt — einen je kleineren Bruchteil der Oberflächendose die Tiefendose darstellt (Christen hat dafür den treffenden Ausdruck „Dosenquotient"), desto weicher ist das Licht; je größer der Dosenquotient, desto härter das Licht. Und zwar wurde von mir — da man Vergleichswerte haben soll — der Härtegrad dadurch ausgedrückt, daß man das Verhältnis auf die Oberflächendose 10x umrechnet, also die der

[1]) Von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall ausgewählte Aluminiumsorte.



Oberflächendose 10 x entsprechende 1 cm-Wassertiefendose angibt. Statt „x-Einheiten der Oberflächendose" kann man kurz schreiben: „x^s" (s = superfizial), statt „x-Einheiten der 1 mm-Aluminiumtiefendose", bzw. „der 1 cm-Wassertiefendose" „x^1".

Beispiel: Man findet an dem belichteten Streifen durch Vergleich mit der Quantimeterskala folgende Lichtmengen: 15 x^s und 6 x^1. Man schreibt nun die Gleichung: 15 : 6 wie 10 : x; x ist also 4. Die anschauliche Charakterisierung des Härtegradelichtes lautet daher: 10 x^s : 4 x^1, kurz 10 : 4.

Es wurden damals von mir folgende Härtestufen aufgestellt, und nebenbei auch die beiläufig entsprechenden Härtegrade der bekannten Benoist-Walterschen Härteskala angegeben (die x^1-Zahlen entsprechen beiläufig den Benoist-Waltergraden).

Quantimetrische Härtetabelle 1906.

Fortschritte a. d. Geb. der Röntgenstrahlen, Bd. 9.

Verhältnis von x^s Oberflächendose und x^1 Tiefendose.

$x^s : x^1 = 10 : 2$,
$x_s : x^1 = 10 : 3$ (sehr weich),
$x^s : x^1 = 10 : 4$ (weich),
$x^s : x^1 = 10 : 5$ (mittelweich),
$x^s : x^1 = 10 : 6$ (hart).

In meinem Lehrbuch: „Radiotherapie" (Enke 1907) wurde dieses Verfahren auf Seite 48 als „zweite Art der Härtemessung" genannt.

„Durch das Quantimeter wird eine zahlenmäßige Härtebestimmung ermöglicht, indem der Reagensstreifen halbseitig mit einem 1 mm dicken Aluminiumplättchen bedeckt und nach der Entwicklung das Verhältnis der grauen Töne am bedeckten und unbedeckten Teile mit der Skala abgelesen wird."

Behufs größerer Genauigkeit möchte ich raten, zur Lichtmessung zwei Reagensstreifen zu nehmen und den einen unbedeckt zu lassen und den andern mit einem großen Aluminiumplättchen zu bedecken.

Ich vervollständige nun die Tabelle noch, wähle aber statt der Oberflächendose „10" lieber „100", gebe also einfach den Dosenquotienten für die 1 cm-Wassertiefendose in **Perzent** an.

Quantimetrische Härtetabelle mit **1 cm-Wassertiefendose.**

(Ist eine bloße Erweiterung der Tabelle aus dem Jahre 1906.)

% der Oberflächendose	Eventuelle allgemeine Bezeichnung
90	ultrahart
80	überhart
70	sehr hart
60	hart
50	mittelweich
40	weich
30	sehr weich
20	überweich
10	ultraweich

Mit dieser quantimetrischen Härtemessung ist eine leicht verständliche und anschauliche Bezeichnung des Härtegrades gewonnen, indem eine Tiefendose angegeben ist.

Die Messung der Wassertiefendose könnte statt mit einer 1 mm dicken Aluminiumschichte auch mit Verwendung einer 1 cm dicken Wasserschichte, also direkt vorgenommen werden, doch wäre dies für die Praxis zu umständlich.

Bei Verwendung von sehr hartem, namentlich filtriertem Licht (Tiefenbehandlung) wäre allerdings eine Modifikation des eben besprochenen Verfahrens, z. B. die Ermittlung der Halbwertschicht oder der perzentuellen 10 cm-Wassertiefendose besonders wichtig; darüber soll nun gesprochen werden.

2. Härtemessung von Christen 1911 und 1912: Halbwertschicht.

Christen verwendet zur anschaulichen, „absoluten" Härtemessung die „Halbwertschicht", die er mit entsprechenden Apparaten bestimmt.

Christen (Strahlentherapie, Band 2, S. 66): „Als Maß für die Strahlenqualität eignet sich am besten die Halbwertschicht, d. h. die in Zentimetern meßbare Schichtdicke destillierten Wassers, in welcher die Strahlung gerade auf die Hälfte ihrer Intensität reduziert wird. Je härter die Strahlung, desto größer ihre Halbwertschichte. Die Halbwertschichte ist ein absolutes Maß, während alle bisher üblichen Zahlen nur konventionelle Maße waren. Sie gibt überdies eine direkte Vorstellung über die Absorptionsverhältnisse bei der betreffenden Bestrahlung."

Die Worte „in welcher die Strahlung gerade auf die Hälfte ihrer Intensität reduziert wird", sind allerdings nicht ganz zutreffend. Es wird nämlich keine wirkliche Messung der „Intensität" des Lichtes vorgenommen, die Prüfung geschieht vielmehr mit einem absorbierenden Reagens, dieses wird natürlich auch von der Penetrationskraft des Lichtes beeinflußt. Es sollte daher, um Mißverständnissen vorzubeugen, besser heißen: „unter welcher im Vergleich mit einer oberflächlichen Schichte (von bestimmter Dicke!) die halbe Dose gemessen wird".

a) Christensche HWS-Messung 1911: „Wassertreppe"[1]).

Im Jahre 1911 machte Christen einen Vorschlag für Messung des Härtegrades des Röntgenlichtes durch Bestimmung der Halbwertschichte von Wasser.

Er verwendete ein eigentümlich geformtes treppenförmiges Hohlgefäß aus Zelluloid — mit einer angesetzten Vergleichsstufe von geringer Dicke —, das bis an den Rand mit Wasser gefüllt und radiographisch aufgenommen wird; und zwar wird nach Ablauf der halben Belichtungszeit die Vergleichsstufe mit Blei bedeckt und dann erst die Belichtung der Platte fortgesetzt. Jene Stufe der Treppe, welche auf der photographischen Platte nach der Entwicklung den gleichen Ton wie die Vergleichsstufe zeigt, stellt die HWS dar.

Das Verfahren ist, wie ersichtlich, umständlich und wurde auch von Christen nur als vorläufiger Vorschlag bezeichnet; es ist aber für physikalische Versuche ganz gut geeignet. Allerdings soll man beachten, daß bei diesem Verfahren — wie es übrigens gar nicht anders möglich ist — ein ganz bestimmtes Vergleichsobjekt (eine Wasserschichte von geringer Dicke) verwendet wird und daß weiterhin photographiert wird, also auch eine photographische Schichte in Betracht kommt. Wollte man eine Wasserschichte von anderer Dicke oder eine photographische Platte anderer Art verwenden als Christen sie verwendet, so würde man auch andere Resultate erhalten. Eine in dem Sinne „absolute" Messung, daß sie für alle Fälle gelten würde, ist demnach mit der Methode nicht gegeben, läßt sich übrigens auch gar nicht erdenken.

b) Christensche HWS-Messung 1912: „Absoluter Härtemesser", radioskopischer Halbwertmesser[2]).

Christen gab bald darauf einen anderen, in der Praxis sehr gut verwendbaren Apparat an, den „absoluten Härtemesser" (bei der Firma Reiniger, Gebbert & Schall).

[1]) Hier soll die Halbwertsschichte kurz als HWS geschrieben werden.
[2]) Der Ausdruck „Halbwertmesser", den ich hier vorschlage, bezeichnet wohl das Instrument besonders deutlich.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem kleinen, besonders konstruierten Metallgitter, der „Halbwertplatte" („welche bei richtiger Stellung genau die Hälfte des einfallenden Lichtes zurückhält und die Hälfte durchläßt"), einer Treppe aus Bakelit und einem Fluoreszenzschirm; die Stufen der Treppe entsprechen beiläufig Wasserschichten von gewissen Dicken.

Mit dem Apparat kann man im verdunkelten Zimmer den Härtegrad des Lichtes direkt bestimmen; man verschiebt die Bakelittreppe neben der Halbwertsplatte, bis die Stufe der Treppe und die Halbwertsplatte gleich dunkel erscheinen. Die an der Stufe ablesbare Nummer gibt die Dicke der entspechenden Wasserschichte in Zentimetern i. e. die HWS an.

Vergleich der Härtemessung von Kienböck (1 cm-Wassertiefendose) 1906 und der von Christen (HWS-Wassers) 1912.

1. Priorität der „absoluten Härtemessung". Christen behauptet, mit seinem Verfahren zum ersten Male eine „absolute" Härtemessung angegeben zu haben und erwähnt meine Methode gar nicht; in Wirklichkeit ist aber das Verfahren, welches ich schon im Jahre 1906 in Verbindung mit dem Quantimeter angegeben habe, **in demselben Sinne eine „absolute" Härtemessung des Lichtes.** Der Unterschied besteht nur darin, daß Christen in Zentimetermaßen die Dicke der Wasserschichte angibt, unter welcher mit einem absorbierenden Reagens noch die Hälfte des einstrahlenden Lichtes gemessen wird (Halbwertschichte), während ich die Lichtmenge zahlenmäßig angebe, welche unter einer 1 cm dicken Wasserschichte gemessen wird, wenn die oberflächlich gemessene Lichtmenge 10 oder 100 Doseneinheiten beträgt (1 cm-Tiefendose in „perdecem" oder „percent" der Oberflächendose).

2. Vorgang und Handlichkeit. Dabei ist es prinzipiell nebensächlich, daß die Ausführung beider Apparate verschieden ist, indem Christen ein besonderes Metallgitter (die Halbwertsplatte), eine Treppe aus Bakelit und einen Fluoreszenzschirm verwendet, und ich das Quantimeterpapier, ein 1 mm dickes Aluminiumplättchen, photographische Materialien und die Quantimeterskala gebrauche. Christens Verfahren ist handlicher, es gestattet die Messung sofort im verdunkelten Zimmer vorzunehmen, während mein Verfahren einer Entwicklung bedarf.

3. Genauigkeit und Eignung. Übrigens gibt keines der beiden Verfahren über den Härtegrad des Lichtes vollkommenen Aufschluß, denn man erfährt beidemale nur das Verhältnis der Lichtmengen in der Oberflächenschichte und in einer einzigen Tiefenschichte; über die Lichtmengen in den dazwischen gelegenen Schichten und in größerer Tiefe erhält man keinen Aufschluß. Die Verfahren würden nur dann über den Härtegrad und die Tiefenverteilung des Lichtes vollkommen informieren, wenn das Licht ganz homogen wäre, wobei man sich die ganze Tiefenverteilung des Lichtes aus jenen Verhältniszahlen berechnen und sogar leicht an vorrätigen Tiefenkurven veranschaulichen könnte. Doch ist das Licht zufolge des eigentümlichen, wechselnden Verlaufes der Entladungskurve in Wirklichkeit gar nicht homogen. (Über eine vollkommenere Methode der Bestimmung der Tiefenverteilung des Lichtes und über einen Versuch der Auflösung des Strahlenbündels mit dem Quantimeter siehe weiter unten.)

Ferner gibt es weder bei Bakelit noch bei Aluminium eine ganz bestimmte Äquivalenz der Schichtdicken mit Wasserschichten, die gewählten Schichtdicken (bei Aluminium $^1/_{10}$ der Wasserschichte) gelten nur für ein (gewisses) mittelweiches Licht, bei weicherem und härterem Licht wären andere Dicken des Metalles bzw. Bakelites dem Wasser äquivalent. Daher sind beide Instrumente ungenau. Man könnte vielleicht meinen, daß sich die Ungenauigkeit bei der Bakelittreppe ganz ausgleichen ließe, weil man für jede Lichthärte eine andere entsprechende Stufe verwendet; doch ist dies nicht vollkommen möglich, da man Lichtmischungen vor sich hat und da außerdem auch noch das Metallgitter entsprechend auszuwechseln wäre.

Die Verfahren sind übrigens für verschiedene Zwecke geeignet, die Messung der 1 cm-Tiefendose für Bestimmung der in ziemlich oberflächlichen Schichten absorbierten Licht-



mengen (Hautschichtdosen), die Messung der HWS ist für Verwendung von hartem Licht ersonnen und dient dabei der Bestimmung von Dosen in größerer Tiefe.

Nachtrag bei der Korrektur. Christen gab kürzlich noch einen dritten Apparat zur Härtemessung an, und zwar mit photographischer Bestimmung der HWS. Das Verfahren wäre hier anzufügen unter dem Titel:

c) Christensche HWS-Messung 1914: Photographischer Halbwertmesser.

Es gilt von diesem Verfahren ziemlich dasselbe, was oben über den radioskopischen Halbwertmesser 1912 gesagt wurde.

d) Anhang: Bestimmung der HWS mit dem Quantimeter (zweite Härtemessung nach Kienböck, 1914).

Man kann — darauf mache ich nun zum ersten Male aufmerksam — mit dem Quantimeter auch die Halbwertschicht bestimmen, und zwar abermals mit der Aluminiummethode.

Die Bestimmung geschieht dadurch, daß man statt eines einzigen Aluminiumplättchens eine geeignete Serie von verschieden dicken Aluminiumplättchen (ausgewählte Sorte von R. G. &. Sch.) verwendet, wozu man auch entsprechend viel Reagensstreifen nimmt. (Es wäre nicht gut, eine zusammenhängende, kleinfelderige Treppe und einen einzigen Reagensstreifen zu nehmen, da sich am Papier die einzelnen Felder während der Entwicklung in der Schwärzung gegenseitig etwas beeinflussen und dadurch die Messung ungenau gestalten würden.) Man bestimmt nach der gemeinsamen Belichtung der Streifen — wobei auf möglichst senkrechtes Einfallen der Strahlen zu achten ist — und nach der Entwicklung an den Streifen die Dosen mit der Skala; jener Streifen, welcher im Vergleiche mit dem unbedeckt gewesenen Streifen (Oberflächendose) die halbe Dose zeigt, gibt durch die Dicke des hier aufgelegt gewesenen Aluminiums die HWS an. Der Aluminiumdicke in Millimetern entspricht beiläufig die HWS in Wasser in ebenso viel Zentimetern.

Man verwendet am besten eine Serie von 5 Aluminiumplättchen und zwar bei Prüfung von weichem Licht eine Serie von dünnen, bei mittelweichem Licht von mitteldicken, bei hartem Licht von dicken Plättchen, damit sich darin die gewünschte Aluminiumstufe vorfinde. Dazu werden 6 Reagensstreifen genommen, wovon einer bei der Belichtung unbedeckt bleibt, d. h. nicht mit Aluminium belegt wird.

Aluminiumplättchenserien

für Prüfung von weichem Licht	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	mm,
für Prüfung von mittelweichem Licht	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	mm,
für Prüfung von hartem Licht	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	mm,
für Prüfung von sehr hartem Licht .	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	mm.

Wenn man von vornherein keine Vorstellung vom beiläufigen Härtegrad des Lichtes haben sollte, möge man zuerst eine Serie von stark differierenden Stufen nehmen (von sehr dünn z. B. 0,5 zu sehr dick, etwa 3 mm).

Beispiel: Das zu prüfende Licht wird von vornherein auf mittelweich geschätzt, daher werden 6 Reagensstreifen genommen und auf 5 Streifen wird je ein Aluminiumplättchen der folgenden Serie: 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 mm aufgelegt und es wird entsprechend lange bestrahlt. Der freie Streifen zeigt z. B. nach der Entwicklung die Oberflächendose 10 x; man sucht nun den Streifen, welcher die halbe Dose, 5 x angibt. Diese Dose wird z. B. an dem Streifen abgelesen, auf welchem das Aluminiumplättchen 0.8 gelegen war. Die HWS des Lichtes beträgt also nach unserer Messung in Wasser 8 mm.

Anderes Beispiel: Das zu prüfende Licht erscheint zunächst hart; wir legen dementsprechend auf die Streifen dicke Aluminiumplättchen auf, und zwar die Serie 1.8, 2.2, 2.6, 3.0, 3.4 mm. Nach der Entwicklung zeigt z. B. der freie Streifen als Oberflächendosis 15 x. Wir suchen nun nach dem Streifen, welcher $7^1/_2$ x zeigt und finden z. B., daß der Streifen mit Aluminium 2.2 etwas mehr, der Streifen mit Aluminium 2.6 etwas weniger zeigt. Das Licht hat demnach als HWS etwa 2.4 cm Wasser.



Vergleich der Halbwertschichtbestimmung b) von Christen und d) von Kienböck.

1. Priorität der Bestimmung der HWS. Sie gebührt Christen.

2. Vorgang und Handlichkeit. Von Christen wird eine Bakelittreppe, ein Metallgitter (Halbwertplatte) und ein Fluoreszenzschirm verwendet, vom Verfasser eine Serie von Aluminiumplättchen, Quantimeterpapier, photographische Materialien und die Quantimeterskala.

Das Verfahren zur Bestimmung der HWS (ebenso wie das zur Bestimmung der Einzentimeter-Wassertiefendose) soll kein Konkurrenzverfahren zu dem Christenschen Halbwertmesser sein; mit dem Apparat von Christen wird die Messung im verdunkelten Zimmer vorgenommen und man erhält sofort den gewünschten Aufschluß, bei dem Verfahren des Verfassers muß man eine Zeitlang exponieren und dann noch entwickeln. Doch erfordert diese Härtemessung als Zutat zur quantimetrischen Messung der therapeutischen Dose keinen nennenswerten weiteren Zeitaufwand und man erhält den Härtegrad des Lichtes dauernd registriert.

3. Genauigkeit. Wenn man verschiedene Röntgenlichtarten sowohl mit dem Christenschen Instrument, als auch mit dem Quantimeter auf die HWS prüft, so wird man finden, daß die erhaltenen Zahlen untereinander nicht ganz übereinstimmen; es ist dies bei der Verschiedenheit der Instrumentarien gar nicht anders möglich. Die Bestimmung der Halbwertschicht in Wasser wird von keinem der beiden Verfahren genau vorgenommen; doch ist eine Genauigkeit praktisch minder wichtig, schon darum, weil der Körperteil keineswegs genau die Dichte vom Wasser hat.

3. Dritte Härtemessung von Kienböck, 1914: 10 cm-Wassertiefendose.

Für besonders hartes, speziell durch Filter gehärtetes Licht ist — wie gesagt — nicht die Ermittelung der 1 cm-Wassertiefendose, sondern die Bestimmung der HWS oder — worauf ich jetzt hinweisen will — die Messung der 10 cm-Wassertiefendose geeignet. Und zwar wird zu diesem Zwecke ebenfalls das Quantimeter verwendet, nur wird statt des 1 mm-Aluminiumplättchens des ersten Verfahrens ein 1 cm-Aluminiumblock auf den Reagensstreifen gelegt.

Quantimetrische Härtetabelle mit **10 cm-Wassertiefendose.**

(Die obersten Härtegrade sind praktisch noch nicht erhältlich.)

°/₀ der Oberflächendose	Eventuelle allgemeine Bezeichnung
90	
80	
70	
60	
50	ultrahart
40	überhart
80	sehr hart
20	hart
10	mittelweich

Statt des 10 mm-Aluminiumblockes könnte direkt eine 10 cm-dicke Wasserschichte genommen werden; der eine Streifen wäre auf die Wasseroberfläche zu legen, der zweite Streifen im Wasser zu versenken. Doch wäre dieses Verfahren für eine Härtemessung des Lichtes in der Praxis viel zu umständlich, es würde vor allem eine sehr große Fokusdistanz, also lange Exposition nötig machen, weil der Einfluß der Divergenz der Strahlen möglichst ausgeschaltet werden sollte.

Vergleich der alten und neuen Härtemessungen. Relation ihrer Angaben, Kritik der Genauigkeit.

Die am meisten verwendeten älteren Härtemesser sind:

die Platinskala von Walter (eine Modifikation der Stanniolskala von Biesalski) und die Härteskala von Benoist (mit Modifikation von Walter und von Wehnelt).

Dazu kommen nun die neuen, vom Verfasser und von Christen angegebenen Verfahren mit dem Quantimeter und der Aluminiummethode, bzw. mit dem „Halbwertmesser", und zwar die Bestimmung der 1 cm-, der 10 cm-Wassertiefendose und der HWS.

Während die Platinskala von Walter einmetallig ist, ist bekanntlich die Härteskala von Benoist — ebenso ihre Modifikationen — zweimetallig, sie besteht aus einer Aluminiumtreppe und einem Silberblatt (Vergleichsobjekt). Es wird also hier ein anderes Prinzip benützt.

(Die Bestimmung des Penetrationsgrades des Röntgenlichtes mit der parallelen Funkenstrecke ist bekanntlich ganz unverläßlich und ganz ungenügend. Auch das Qualimeter von Bauer und das Sklerometer von Klingelfuß brauchen hier nicht berücksichtigt zu werden.)

Bei unseren neueren Verfahren handelt es sich um ein ganz anderes Prinzip und zwar wie gesagt im Gegensatz zu den älteren Methoden um eine anschauliche „absolute" Messung, die sofort eine Vorstellung von der Bedeutung der ermittelten Härtezahl für die Tiefendosierung gibt. Auch diese Verfahren sind jedoch einseitig und daher zwar für die gewöhnlichen Zwecke der Praxis brauchbar, aber für wissenschaftliche Untersuchungen ungenügend, da das Röntgenlicht aus verschiedenen Strahlen zusammengesetzt ist und noch dazu aus wechselnden Strahlenmischungen besteht. Nur wenn das Licht stets homogen wäre oder wenigstens bei gewissen durchschnittlichen Härtegraden stets in gleicher Weise aus verschiedenen Strahlen gemischt wäre, würden die genannten Härtemessungen genügen.

Da nun die ebengenannte Voraussetzung bezüglich der Qualität des Röntgenlichtes nicht zutrifft und die verschiedenen Instrumente andere Teile des Strahlenbündels messen, so können die Zahlenangaben der Instrumente über den Härtegrad des Lichtes nicht in einer fixen Relation zueinander stehen. Trotzdem findet man häufig mehr oder minder dezidierte Beziehungen zwischen den Zahlen angegeben. Davon einige Beispiele.

Beziehung der Messung mit der Platinskala von Walter und der Skala von Benoist (nach Angabe von Walter in Albers-Schönbergs „Röntgentechnik", 3. Auflage, 1910, S. 103).

Grade Benoist	2	2½	3	4	5	6	7	8
Grade Walter	2—3	3—4	4—5	5—6	6	6—7	7	7—8

Der Benoist-Zahl entspricht also trotz dem Versuche, eine bestimmte Beziehung zu finden, auch nach Walter keine bestimmte Walter-Zahl.

Die Beziehungen zwischen den Angaben der Härteskalen von Benoist, Benoist-Walter und Wehnelt sind dagegen fixe, da dasselbe Prinzip (Aluminium-Silber) verwendet wird; von dem Einflusse einer ungenauen Ausführung der Instrumente soll hier abgesehen werden.

Beziehung der Bestimmungen nach Wehnelt und nach Christen (nach Angabe von Christen, Strahlentherapie Band 1, 1912, S. 325).

Grade Wehnelt	1.3	2.9	5.6	8.3	10	11.2	12.3	13 2	14.0	14.8
Christen HWS	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0



Auch diese Beziehungen bestehen aber nicht allgemein zu Recht; so erklärt es sich auch, daß andere Autoren abweichende Angaben machen.

Beziehung derselben Messungen nach Gocht
(Handbuch der Röntgenlehre, 4. Auflage, Enke, Stuttgart 1914, S. 163).

Grade Wehnelt	4.9	6.5	7.3	8.0	8.8	9.6
Christen HWS	0.63	0.75	0.88	1.00	1.18	1.35

Bei Vergleich der zwei zuletzt angeführten Tabellen ist zum Beispiel zu bemerken, daß die HWS 1 cm nach Christen = 10° Wehnelt ist (6° Benoist-Walter), nach Gocht aber = 8° Wehnelt (5° Benoist-Walter).

Beziehung der quantimetrischen 1 cm-Wassertiefendose und des Benoist-Walterschen Härtegrades (nach Verfasser F. R. IX. 1906).

BW-Grad	3	4	5	6
in 1 cm Wassertiefe Perzent der oberflächlichen Lichtmenge	33	40	50	60

Doch kann diese Relation auch nur ganz beiläufig gelten. So findet z. B. Christen meine Perzentzahlen etwas zu niedrig angegeben.

Perthes studierte als erster die Absorptionskurven bei Licht verschiedener Härtegrade in Wasser und gab den Härtegrad der Röhre durch die parallele Funkenlänge an; diese ist aber bekanntlich ganz unzuverläßlich.

Beziehung der 1 cm-Wassertiefendose, der HWS und 10 cm-Wassertiefendose.

Die mit diesen Verfahren erhaltenen Zahlen können in keiner bestimmten Beziehung zueinander stehen, abgesehen von dem Falle, daß die HWS auf eine 1 cm- oder 10 cm-Tiefendose fallen kann. Ich habe zwar oben sowohl Licht mit der 1 cm-Wassertiefendose 50%, als auch Licht mit der 10 cm-Wassertiefendose 10% als „mittelweich" bezeichnet, jedoch nur deshalb, weil die von mir geprüften Arten mittelweichen Lichtes beiläufig diese Tiefendosen zeigten und weil ähnliche Lichtmischungen häufig vorkommen dürften; mittelweich ist aber nur als ein beiläufiger Ausdruck gedacht, von einer fixen Relation kann gar keine Rede sein. Vgl. die weiter unten angegebenen Kurven.

4. Vierte, „differenzierende" Härtemessung von Kienböck, 1914.

Bestimmung der Tiefenkurve des Lichtes in Wasser mit dem Quantimeter.

Die bisher erdachten Härtemessungen geben also über den Härtegrad des Lichtes nur recht unvollkommenen Aufschluß; es gilt dies auch von der Messung des HWS nach Christen, welcher darin mit Unrecht „das denkbar beste Maß für die Strahlenqualität" sieht, indem „die HWS den Charakter der Absorption vollständig erschöpfend zur Darstellung bringt".

Christen weiß zwar, daß das emittierte Röntgenlicht ein Strahlenbündel aus verschiedenen Strahlen ist und erwähnt auch nebenbei, daß darin eine Quelle für Ungenauigkeit seines Instrumentes liegt, meint aber im allgemeinen, daß „das Licht für die Zwecke der Praxis als homogen gelten könne". „Die Behandlung irgendeines Röntgenproblems unter der Voraussetzung einer inhomogenen Strahlung führt zu solchen Schwierigkeiten, daß die dadurch gewonnene Höhe der Genauigkeit die unverhältnismäßige Komplikation nicht rechtfertigen würde." (Christen, Strahlentherapie, Band 2, S. 54.)

Doch ist das Röntgenlicht, das wir täglich verwenden, **sehr stark gemischt,** es ist daher für wissenschaftliche Untersuchungen von großer Bedeutung, genaue Härtemessungen vorzunehmen, selbst wenn sie etwas umständlicher sind. Für den Fortschritt der Lehre von den Dosen und ihrer Wirkung ist dies unbedingt notwendig; dadurch werden auch bisher rätselhafte Unterschiede in den therapeutischen Resultaten verschiedener Forscher verständlich werden. Selbst für das biologische Experiment ist eine exakte Lichtmessung wünschenswert.



Es soll nun eine neue, im Prinzip recht vollkommene und auch in der Ausführung verläßliche Härtemessung angegeben werden. Sie wird wieder mit dem Quantimeter vorgenommen und zwar wird dabei nicht wie bei Verfahren 1 und 3 nur eine Wassertiefendose (1 cm-, bzw. 10 cm-Tiefendose) bestimmt und ein Aluminiumplättchen verwendet, sondern es wird eine ganze Serie von Wassertiefendosen bestimmt und daher auch eine Serie von Aluminiumplättchen und Reagensstreifen genommen; bei weichem Licht bestimmt man die 1, 2, 3 cm-Wassertiefendose und verwendet daher die Aluminiumstufen 1, 2, 3 mm, bei mittelweichem und hartem (filtriertem) Licht geht man bis zur Ermittlung der 10 cm-Wassertiefendose vor und nimmt daher Aluminiumstufen bis zu 10 mm, wobei allerdings der Einfachheit halber mehrere Zwischenstufen ausgelassen werden sollen. Nach der Entwicklung der Reagensstreifen und Konsultation der Quantimeterskala erfährt man die Oberflächendose und eine Reihe von wichtigen Tiefendosen in x-Einheiten.

Es ist dringend zu wünschen, daß die Prüfung **in einheitlicher Weise** vorgenommen werde. So empfehle ich zunächst, einen besonderen Streifen für Oberflächendosenmessung und für jedes Plättchen einen eigenen Streifen zu nehmen. Für Prüfung von mittelweichem und gehärtetem Licht wählt man am besten 4 Streifen und 3 Plättchen: 1, 5 und 10 mm. So wie bei der quantimetrischen HWS-Bestimmung geht es auch bei Ermittlung der Tiefenkurven des Lichtes nicht an, zusammenhängende kleinfeldrige Treppen zu verwenden oder gar die Treppe der Benoistschen Härteskala zu nehmen und auf einen einzigen, bzw. zwei nebeneinanderliegende Reagensstreifen zu legen; es würden sich nämlich am Reagensstreifen die nebeneinanderliegenden Felder bei der Entwicklung in der Schwärzung beeinflussen, was zu beträchtlichen

Fig. 1.

Figur 1. Drei Kurven von ein und demselben Licht in ein und dasselbe Ordinatensystem (Strecke „100 x" auf der Ordinatenachse ist gleich lang wie Strecke „Tiefe 10" auf der Abszissenachse) nach verschiedenen Verfahren gezeichnet. Die mittlere Kurve ist nach dem von mir vorgeschlagenen Verfahren gezeichnet mit Zurückführung auf die Oberflächendose 100 x, so daß die perzentuellen Tiefendosen ersichtlich sind. Linien wie beispielsweise die obere und untere Kurve sollen nicht gezeichnet werden. Wie ersichtlich erscheint die obere Kurve viel steiler, die untere Kurve viel flacher als die richtig gezeichnete mittlere Kurve; von einem je niedrigeren Ausgangspunkt man die Kurve beginnt, deso flacher erscheint sie.

Ungenauigkeiten der Messung führen würde. Um Ungenauigkeiten möglichst zu vermeiden, soll man auch stets eine bestimmte Aluminiumsorte (siehe Fußnote auf der ersten Seite) verwenden und die Einfallsrichtung der Strahlen streng senkrecht wählen. Die Wahl der Fokusdistanz ist ziemlich gleichgültig, man kann also die Entfernung fast beliebig groß nehmen. Im allgemeinen ist aber die FD von 20 cm zu empfehlen; bei einer größeren Entfernung müßte man zu lange exponieren, bei einer kleineren wären die Strahlen etwas zu divergent. Verwendet man unsere Lichthärtemessung bei einer therapeutischen Sitzung (Tiefenbestrahlung), so behält man die für den Fall passende FD bei und legt einfach die Reagensstreifen auf eine geeignete Stelle der Haut auf; die Einfallsrichtung der Strahlen soll allerdings — wie gesagt — möglichst genau senkrecht sein.

Ferner genügt es nicht, mit der Quantimeterskala einfach neben der Oberflächendose

x^s die Tiefendosenzahlen x^1, x^5 und x^{10} zu ermitteln; es soll vielmehr eine Umrechnung der Tiefendosenzahlen in **Perzente der Oberflächendose,** also entsprechend der Oberflächendose 100 x (100 x^s) gemacht werden; dann sind noch die gewonnenen perzentuellen Dosenzahlen x^1, x^5 und x^{10} in ein **Ordinatensystem** einzutragen, und zwar in ein **bestimmtes** System („Normalordinatensystem“): die Strecke „10 x^s auf der Ordinatenachse ist gleich lang wie die Strecke „1 mm*Aluminium“ (entsprechend „1 cm Wasser*) auf der Abszissenachse zu nehmen, das ganze System mit 100 x^s Oberflächendose und 10 mm Al-Tiefe, bzw. 10 cm Wassertiefe stellt also ein Quadrat dar. (Man erhält bekanntlich ein geeignetes quadriertes Papier in jeder Papierhandlung oder läßt eine entsprechende Rasterstampiglie herstellen.) Natürlich kann man das System bei stark gehärtetem Licht nach rechts verlängern und die Dosen bis zu größerer Tiefe als 10 mm Aluminium bestimmen und eintragen, doch erscheint dies für die Zwecke der Praxis minder wichtig. Die erhaltenen Punkte sind durch gerade Linien zu verbinden, wodurch man die Absorptionskurve des Lichtes in Aluminium und Wasser, i. e. Tiefendosenkurve, kurz **„Tiefenkurve“** erhält. Die Kurve ist mehr oder minder vollkommen; bei hartem Licht gewinnt man durch Bestimmung von x^1, x^5 und x^{10} wenigstens eine „rudimentäre Tiefenkurve“ — wie ich mich ausdrücken möchte.

Auf diese Weise hat man eine sehr anschauliche und — wenn man meine Vorschriften befolgt — auch zu Vergleichen gut geeignete Charakterisierung des so komplizierten Härtegrades des gemischten Lichtes.

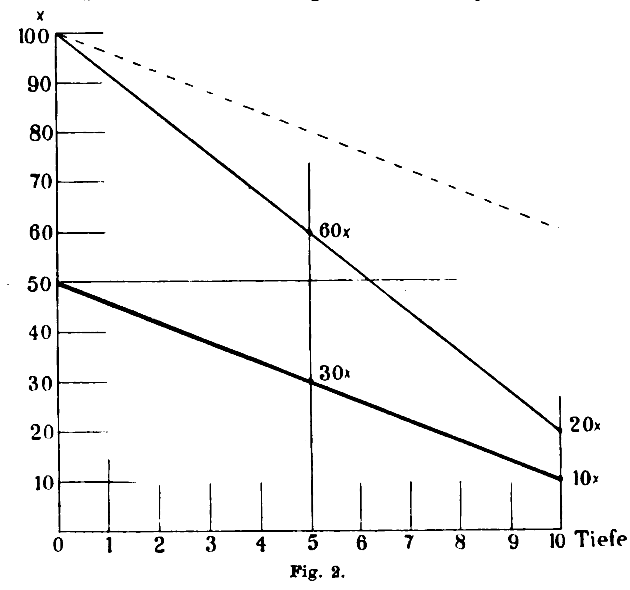


Fig. 2.

Figur 2. Drei linienförmige Tiefenkurven von ein und demselben Licht richtig, beziehungsweise schlecht oder unrichtig gezeichnet. Die quantimetrische Prüfung des Lichtes ergab in unserem Falle

Oberflächendose 50 x^s
5 cm-Wassertiefendose 30 x^5
10 cm-Wassertiefendose 10 x^{10}.

Danach könnte man zunächst die unterste Kurve zeichnen, man soll aber sofort eine Umrechnung auf die Oberflächendose 100 x vornehmen und wird daher die mittlere Linie zeichnen. Sollte man statt dessen zur untersten Linie eine parallele Linie zeichnen links beginnend mit 100 x (in der Figur gestrichelt gezeichnet), so wäre dies ganz falsch.

Diese Art der Lichtprüfung ist eine außerordentlich wertvolle; es spielt dabei nur eine geringe Rolle, daß sie streng genommen nur für bestimmte Materialien: Aluminium und Quantimeterpapier gilt.

Ähnliche Lichtprüfungen mit dem Quantimeter wurden bereits oft vorgenommen und veröffentlicht, zuerst von mir, dann von Gauß und Lembcke, Janus, Dessauer u. a., aber ohne einheitliche Methode und meist nur um die Leistung von Instrumentarien zu illustrieren, nicht aber um eine Härteprüfung des Lichtes als solchen auszuführen. Das Verfahren eignet sich eben sehr gut für Prüfung der qualitativen Leistung von Röhren und Instrumentarien bei verschiedener Belastung und wechselndem Härtegrade.

Beispiele von quantimetrischen Tiefenkurven.

Es sollen hier Beispiele der Messung von weichem, mittelweichem und hartem Licht angeführt werden und die Wirkung der Filter illustriert werden. Es wurde dabei ein Induktor

von **Reiniger, Gebbert & Schall** mit Rekordunterbrecher verwendet und Röhren verschiedenen Fabrikates. (Versuchserie I mit **Figur** 3, Versuchserie II mit **Figur 4 bis 7** und Versuchserie III mit **Figur 19 bis 22**.) Sehr weiches, weiches und mittelweiches Licht zeigen voneinander ungemein stark abweichende Kurven, auch zwischen mittelweichem und härterem Licht ist noch ein deutlicher Unterschied vorhanden. Ferner ist die Wirkung von $^1/_2$-, bezw. 1 mm-Aluminiumfilter auf das geprüfte Licht sehr groß, auch erweist sich ein 3 mm-Filter deutlich wirksamer als ein 1 mm-Filter.

Ferner hat sich an dem genannten Instrumentarium (Funkeninduktor und Quecksilberunterbrecher) ergeben, daß wenn man härtere Röhren mit Osmoregulation durch entsprechende Belastung mit nur geringer Regulierung im gleichen Härtegrade zu erhalten versucht, nicht nur die Intensität, sondern auch der Härtegrad des Lichtes noch ziemlich stark schwankt: so beträgt bei gewisser Belastung und einer sekundären Stromstärke von 1 Milliampère unter 3 mm Aluminiumfilter die perzentuelle 10 cm-Wassertiefendose zwar durchschnittlich 40 x, aber doch mit häufigen Schwankungen nach oben bis zu 50 und nach unten bis zu 30 x.

Setzt man an demselben Instrumentarium mit derselben fixen Belastung etwas ältere Wasserkühlröhren verschiedenen Fabrikates, aber von derselben Type in möglichst konstante Funktion, so zeigt sich, daß sie meist Licht derselben Quantität und derselben Qualität, auch mit denselben Schwankungen aussenden. Es kommt also bei der Leistung nicht so sehr auf das Röhrenfabrikat, als auf die Röhrentype, das Instrumentarium und die Schaltung an. (Wollte man ganz verschiedene Röhrentypen wählen, z. B. ohne Kühlvorrichtung, mit einfacher Wasserkühlung und mit fließender Wasserkühlung, und versuchen, die Röhren in möglichst hartem Zustand in konstante Funktion zu bringen, so hätte man sie verschieden stark zu belasten und es würden sich natürlich große Unterschiede in der Leistung ergeben.)

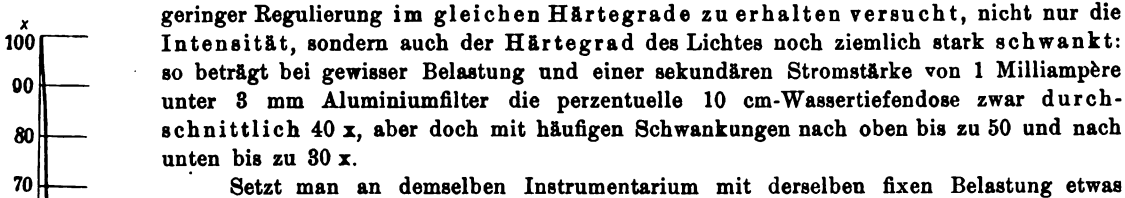
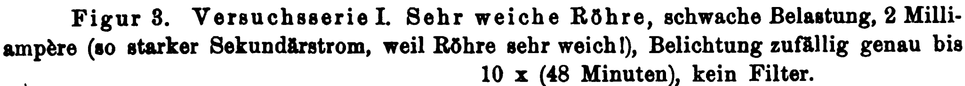
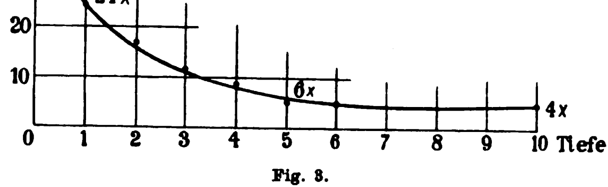




Fig. 3.

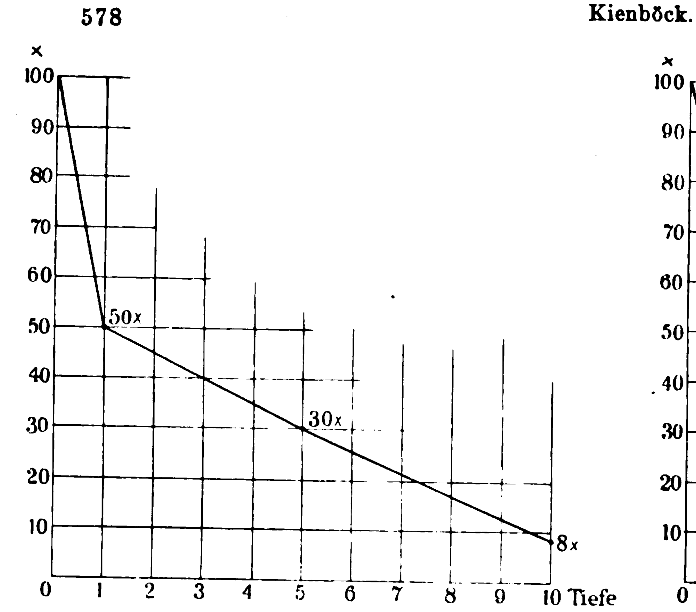
Figur 3. Versuchsserie I. Sehr weiche Röhre, schwache Belastung, 2 Milliampère (so starker Sekundärstrom, weil Röhre sehr weich!), Belichtung zufällig genau bis 10 x (48 Minuten), kein Filter.

Das Ergebnis der differenzierenden quantimetrischen Härtemessung mit Bestimmung der 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 10 cm-Wassertiefendosen ist im Normalordinatensystem mit Punkten eingetragen, die Kurve wurde aber diesmal besser gerundet gezeichnet.

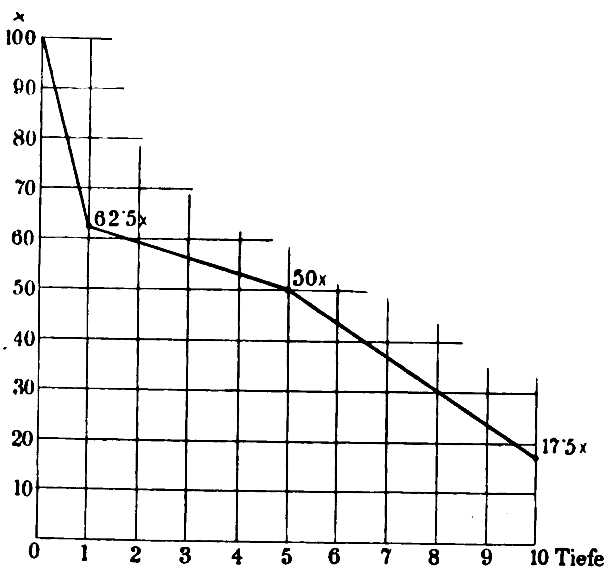
An einigen von verschiedenen Röntgenlichtarten gewonnenen quantimetrischen Tiefenkurven soll nun untersucht werden, ob es sich — wie manche erwarten — wirklich um homogenes, bzw. um nahezu homogenes Licht handelt oder ob das Licht stark gemischt ist. Dies dürfte sich am deutlichsten zeigen, wenn man jene Kurven mit theoretisch konstruierten Homogenlichtkurven vergleicht. Es sollen daher zunächst solche Homogenlichtkurven studiert werden.

Theoretisch konstruierte Homogenlichtkurven.

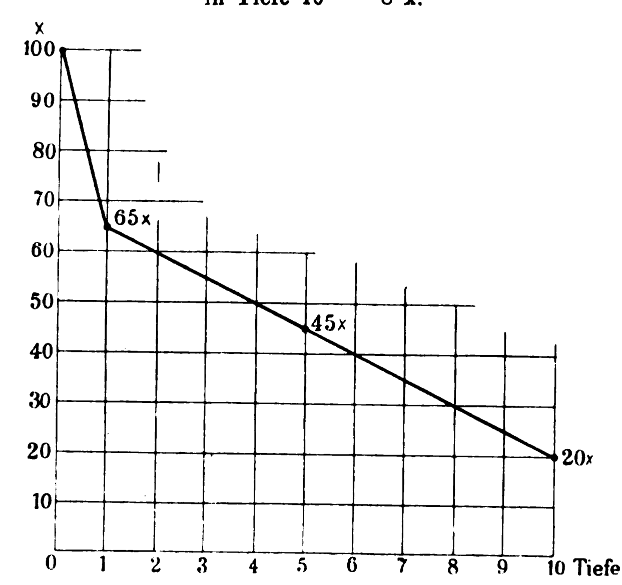
Man kann die Tiefenverteilung, welche ein homogenes Licht in einer gleichmäßigen Masse zeigen würde, durch Berechnung leicht ermitteln; würde man in der Masse die Lichtabsorption mittelst eines Reagens von von oben nach unten in gleichen Abständen verfolgen, so müßte das Reagens unter jeder weiteren Tiefenschichte denselben Perzentsatz der Absorption der einstrahlenden Lichtmenge zeigen. Die Tiefenverteilung des Lichtes soll hier für sehr weiches bis sehr hartes Licht u. zw. mit den perzentuellen 1 cm-Wassertiefendosen 10 x bis 90x (Härtegrade 1 bis 9) berechnet werden und die entsprechenden Kurven „Homogenlichtkurven" sollen in ein Ordinatensystem der oben angegebenen Art eingezeichnet werden, wobei unendliche Fokusdistanz vorausgesetzt wird. In den folgenden Zeichnungen (**Figur 8 bis 17**) sind solche Homogenlichtkurven bis zur Tiefe von 10 Streckeneinheiten mit dem Ausgangspunkt (Oberflächendose) 100 x gezeichnet.



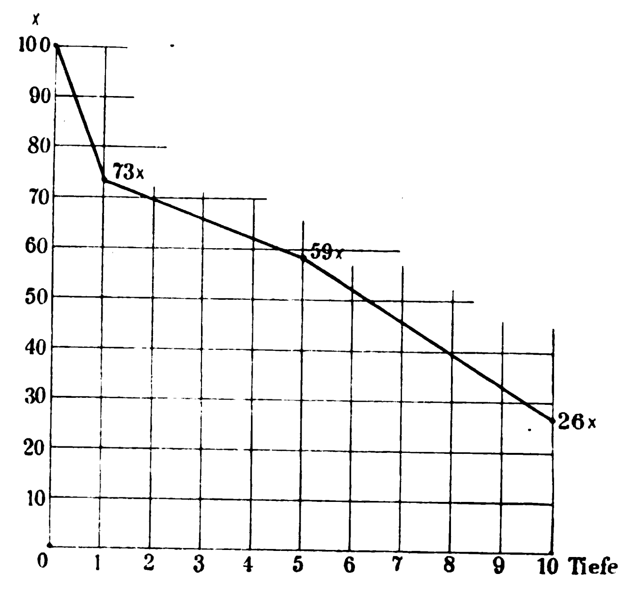
Figur 4. Versuch 1. Mittelweiche Wasserkühlröhre, mittelstarke Belastung (0.7—0.8 Milliampère, Sausen um die Röhre, keine Funkenbildung). Kein Filter. Die rudimentäre Tiefenkurve zeigt
in Tiefe 1 50 x,
in Tiefe 5 30 x,
in Tiefe 10 8 x.



Figur 5. Versuch 2. Dieselbe mittelweiche Röhre, dieselbe Belastung, aber $^1/_2$ mm-Aluminiumfilter. Die Tiefenkurve erscheint bedeutend gehoben.
In Tiefe 1 62.5 x,
in Tiefe 5 50 x,
in Tiefe 10 17.5 x.

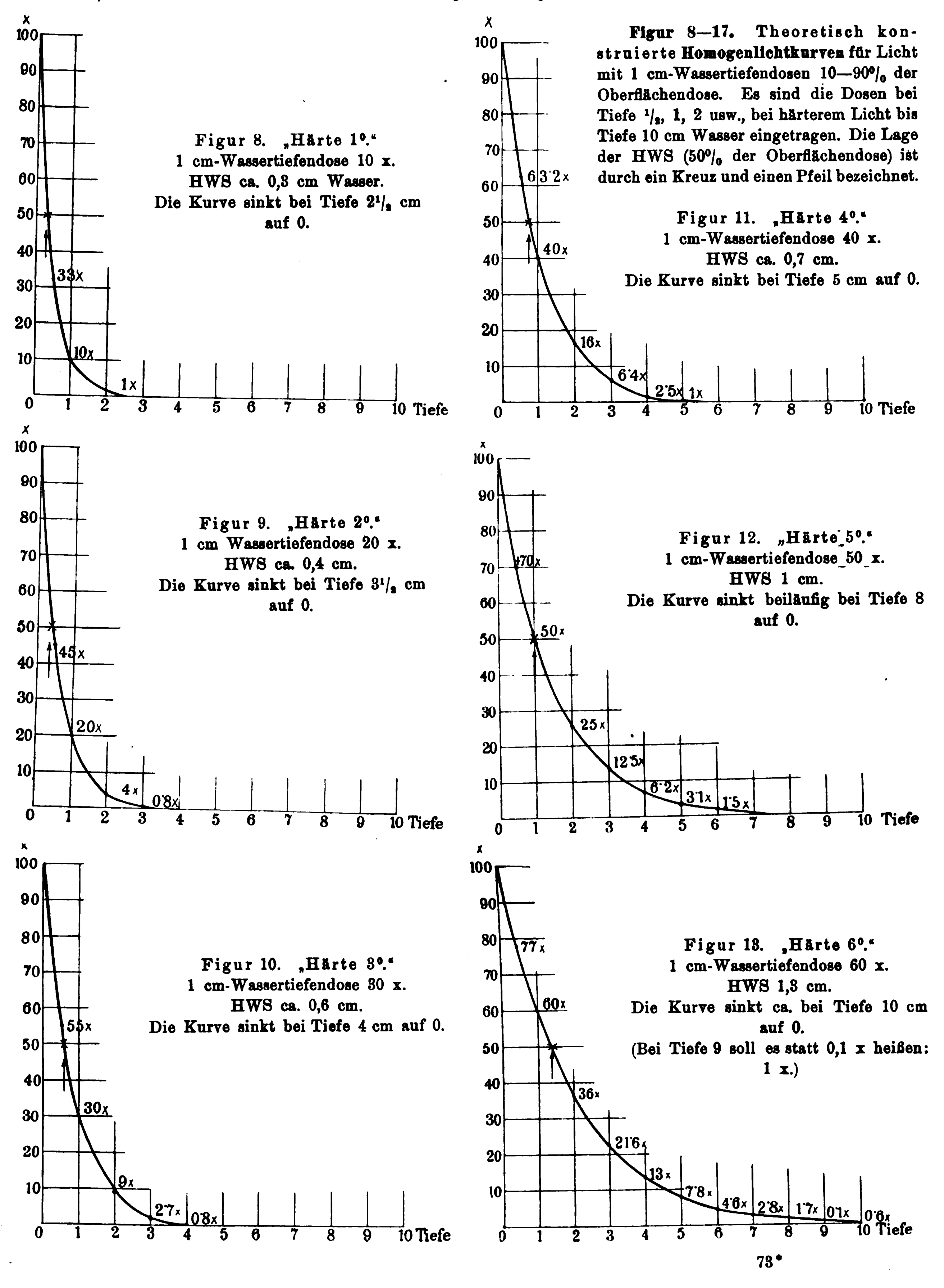


Figur 6. Versuch 3. Dieselbe Röhre (allerdings gegen meine Absicht etwas weicher geworden und daher etwas schwächer belastet), 1 mm-Aluminiumfilter. Die Tiefenkurve ist trotzdem die Röhre etwas weicher geworden ist, doch noch ein wenig gehoben; die Verstärkung des Filters hat also in der Wirkung überwogen.
In Tiefe 1 65 x,
in Tiefe 5 45 x,
in Tiefe 10 20 x.



Figur 7. Versuch 4. Dieselbe mittelweiche Röhre (nur noch etwas weicher geworden und noch etwas schwächer belastet), 3 mm-Aluminiumfilter. Die Tiefenkurve ist neuerdings gehoben.
In Tiefe 1 73 x,
in Tiefe 5 59 x,
in Tiefe 10 26 x.

Fig. 4—7. Versuchsserie II. Prüfung mehrerer Röntgenlichtarten mit der differenzierenden quantimetrischen Härtemessung (rudimentäre Tiefenkurven) und zwar Prüfung der **Wirkung verschieden dicker Aluminiumfilter** auf das Licht einer mäßig stark belasteten mittelweichen Röhre.



Figur 8—17. Theoretisch konstruierte **Homogenlichtkurven** für Licht mit 1 cm-Wassertiefendosen 10—90% der Oberflächendose. Es sind die Dosen bei Tiefe $^1/_2$, 1, 2 usw., bei härterem Licht bis Tiefe 10 cm Wasser eingetragen. Die Lage der HWS (50% der Oberflächendose) ist durch ein Kreuz und einen Pfeil bezeichnet.

Figur 8. „Härte 1°." 1 cm-Wassertiefendose 10 x. HWS ca. 0,3 cm Wasser. Die Kurve sinkt bei Tiefe $2^1/_2$ cm auf 0.

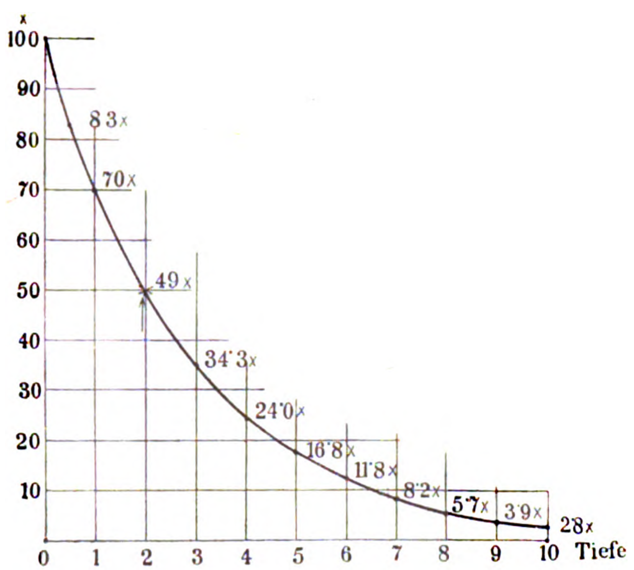
Figur 9. „Härte 2°." 1 cm Wassertiefendose 20 x. HWS ca. 0,4 cm. Die Kurve sinkt bei Tiefe $3^1/_2$ cm auf 0.

Figur 10. „Härte 3°." 1 cm-Wassertiefendose 30 x. HWS ca. 0,6 cm. Die Kurve sinkt bei Tiefe 4 cm auf 0.

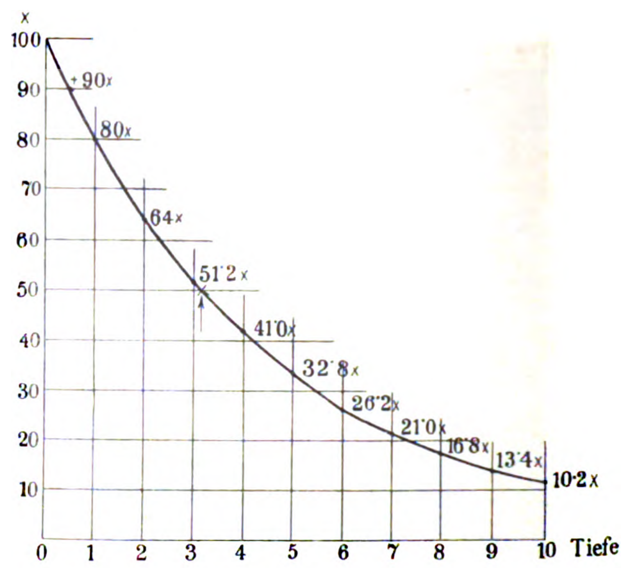
Figur 11. „Härte 4°." 1 cm-Wassertiefendose 40 x. HWS ca. 0,7 cm. Die Kurve sinkt bei Tiefe 5 cm auf 0.

Figur 12. „Härte 5°." 1 cm-Wassertiefendose 50 x. HWS 1 cm. Die Kurve sinkt beiläufig bei Tiefe 8 auf 0.

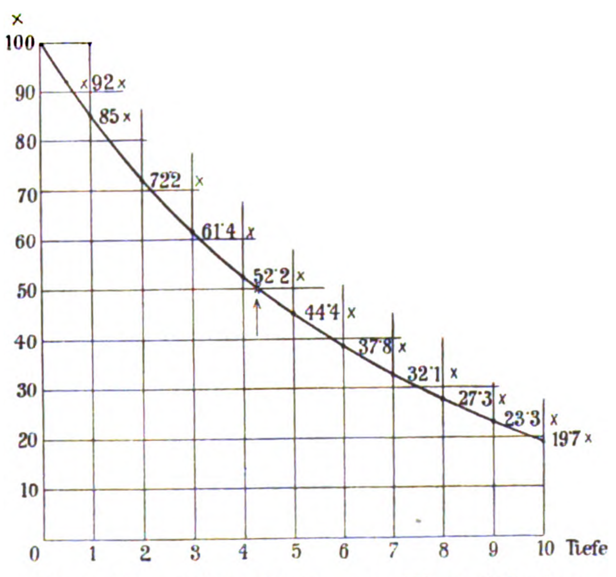
Figur 13. „Härte 6°." 1 cm-Wassertiefendose 60 x. HWS 1,3 cm. Die Kurve sinkt ca. bei Tiefe 10 cm auf 0. (Bei Tiefe 9 soll es statt 0,1 x heißen: 1 x.)



Figur 14. „Härte 7°." 1 cm-Wassertiefendose 70 x.
HWS 2 cm.
10 cm-Tiefendose 2.8 x.



Figur 15. „Härte 8°." 1 cm-Wassertiefendose 80 x.
HWS 3,2 cm.
10 cm Tiefendose 10,2 x.
(Bei Tiefe 10 soll es statt 10,2 x heißen: 10,7 x.)



Figur 16. „Härte $8^{1}/_{2}$°." 1 cm-Wassertiefendose 85 x.
HWS 4,3 cm.
10 cm-Tiefendose 19,7 x.



Figur 17. „Härte 9°." 1 cm-Wassertiefendose 90 x.
HWS 6,7 cm.
10 cm-Tiefendose 34,8 x.

Figur 8—17. Theoretisch konstruierte **Homogenlichtkurven** für Licht mit 1 cm-Wassertiefendosen 10—90% der Oberflächendose. Es sind die Dosen bei Tiefe $^{1}/_{2}$, 1, 2 usw., bei härterem Licht bis Tiefe 10 cm Wasser eingetragen. Die Lage der HWS (50% der Oberflächendose) ist durch ein Kreuz und einen Pfeil bezeichnet.

Es ist nicht ohne Interesse, diese Kurven näher zu studieren, z. B. zu betrachten, in welcher Tiefe die einzelnen Kurven nahezu auf 0 anlangen, ferner wie groß die Dosen in der Tiefe 5 und in der Tiefe 10 sind, endlich wie tief die HWS liegt.

Die Kurve langt auf 0 an[1]):

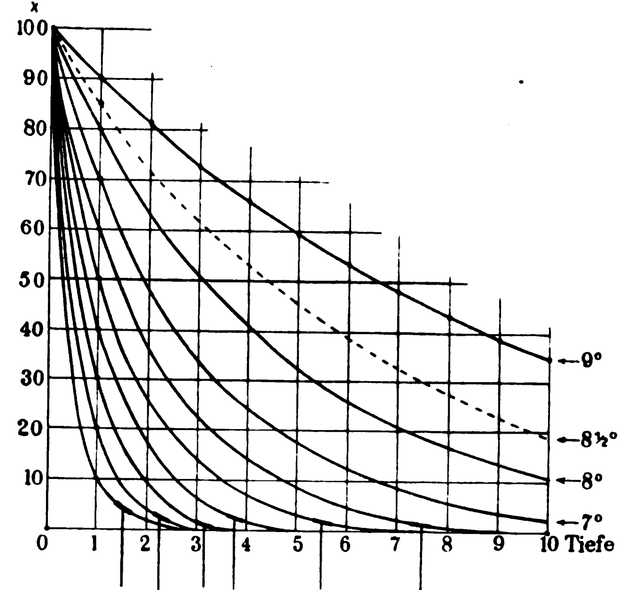
bei Licht mit perzentueller 1 cm-Wassertiefendose 10 x	in Tiefe 2.5
" " " " " " 20 "	" " 3
" " " " " " 30 "	" " 3.5
" " " " " " 40 "	" " 5
" " " " " " 50 "	" " 7
" " " " " " 60 "	" " 10

In Tiefe 5 sind vorhanden[1]):

bei Licht mit perzentueller 1 cm-Wassertiefendose 40 x	" " 1.0 x
" " " " " " 50 "	" " 3.1 "
" " " " " " 60 "	" " 7.8 "
" " " " " " 70 "	" " 16.8 "
" " " " " " 80 "	" " 32.8 "
" " " " " " 85 "	" " 44.4 "
" " " " " " 90 "	" " 59.0 "

In Tiefe 10 sind vorhanden[1]):

bei Licht mit perzentueller 1 cm-Wassertiefendose 60 x	" " 0.6 x
" " " " " " 70 "	" " 2.8 "
" " " " " " 80 "	" " 10.7 "
" " " " " " 85 "	" " 19.7 "
" " " " " " 90 "	" " 34.8 "



Figur 18. Homogenlichtkurven für Licht von Härte 1°—9° in dasselbe Ordinatensystem gezeichnet.

1 cm-Wassertiefendose u. entsprechende Halbwertsschicht (vgl. auch Fußnote[1])):

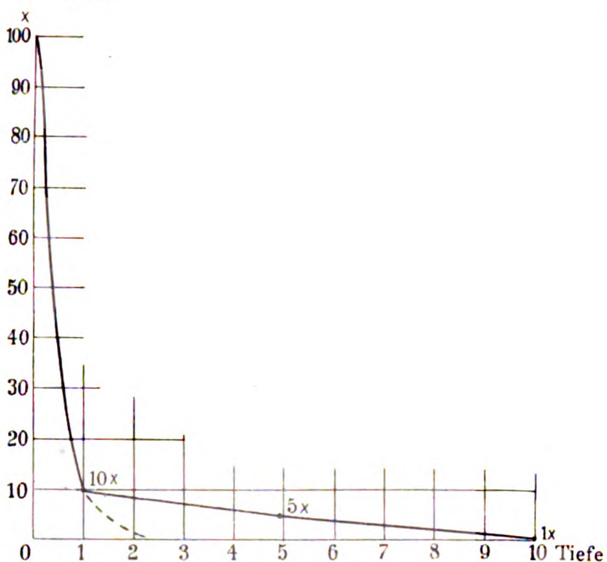
1 cm-Wassertiefendose	HWS
90 %	6.7 cm
85 "	4.3 "
80 "	3.2 "
70 "	1.9 "
60 "	1.35 "
50 "	1.0 "
40 "	0.75 "
30 "	ca. 0.6 "
20 "	ca. 0.4 "
10 "	ca. 0.3 "

Vergleich

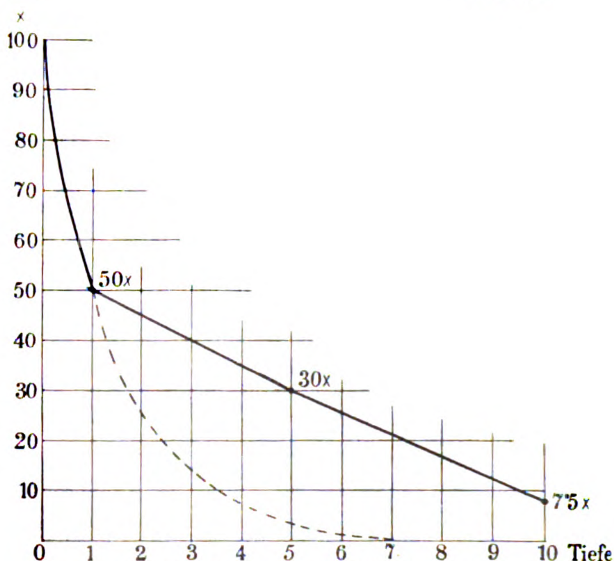
der experimentell erhaltenen quantimetrischen Tiefenkurven mit den theoretisch konstruierten Homogenlichtkurven.

Die von mir bei verschiedenen Röntgenlichtarten durch quantimetrische Messungen erhaltenen Tiefenkurven unterscheiden sich wie in der Versuchserie III mit den **Figuren 19 bis 22** ersichtlich ist, sehr bedeutend von den Homogenkurven; es liegt dies offenbar daran, daß das uns zur Verfügung stehende Licht sehr stark gemischt ist.

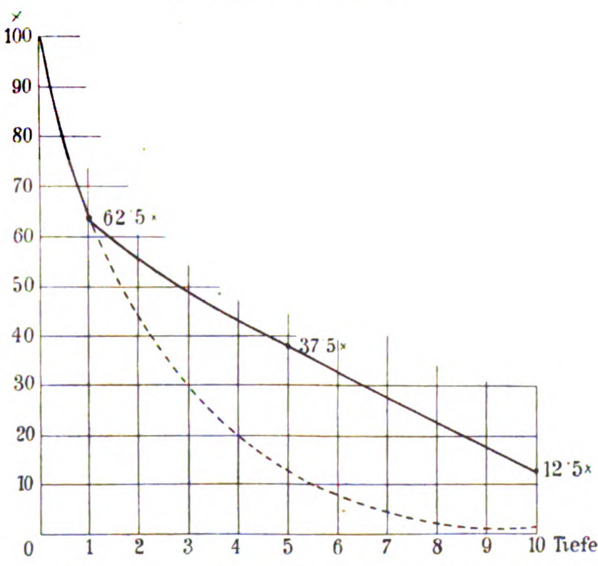
[1]) Daß die Verhältnisse bei den von unseren Instrumentarien gelieferten Lichtarten — wo es sich ja nicht um homogenes Licht handelt — ganz anders liegen, wird weiter unten betont werden.



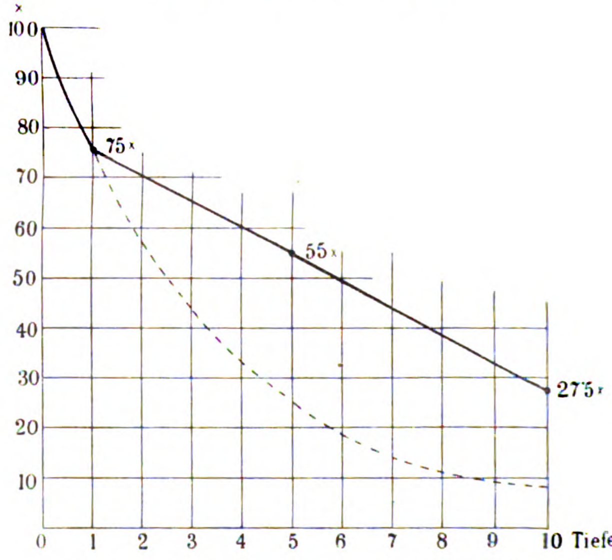
Figur 19. Versuch 1. Sehr weiche Gundelachröhre (in diesem Zustand für Momentaufnahmen geeignet), schwache Belastung, ganz kurzes Funkenventil (nebenbeibemerkt fast konstant 1,3 Milliampère), kein Filter. In Tiefe 1 nur mehr 10 x,
in Tiefe 5 nur mehr 5 x,
in Tiefe 10 nur mehr 1 x.



Figur 20. Versuch 2. Mittelweiche Müller-Wasserkühlröhre (im allgemeinen für Daueraufnahmen geeignet), mittelstarke Belastung, (nebenbeibemerkt fast konstant 0,8 Milliampère), kein Filter.
In Tiefe 1 . . . 50 x,
in Tiefe 5 . . . 30 x,
in Tiefe 10 . . . 7,5 x.

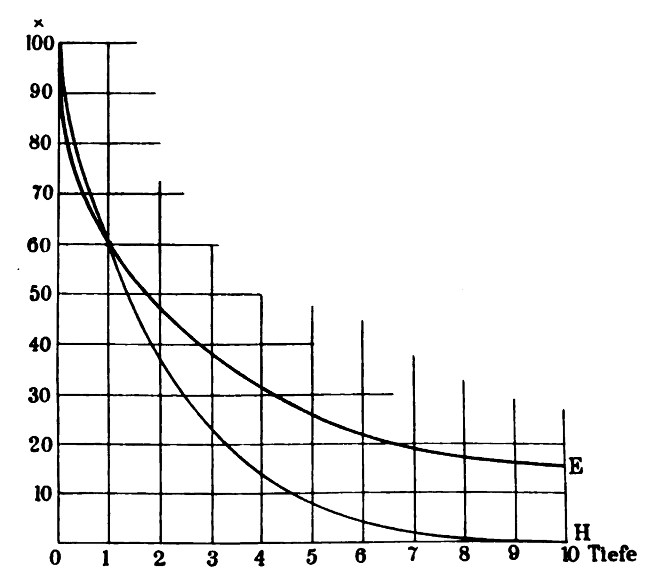


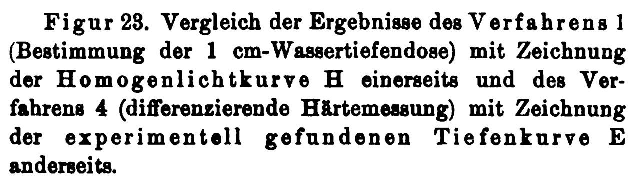
Figur 21. Versuch 3. Sehr harte Müller-Wasserkühlröhre, etwas stärkere Belastung (nebenbeibemerkt fast konstant 0,9 Milliampère), kein Filter. (Lichthärte nach Benoist-Walter fast 6°.)
In Tiefe 1 . . . 62,5 x,
in Tiefe 5 . . . 37,5 x,
in Tiefe 10 . . . 12,5 x.



Figur 22. Versuch 4. Dieselbe Röhre, dieselbe Belastung, 3 mm-Aluminiumfilter.
In Tiefe 1 . . . 75 x,
in Tiefe 5 . . . 55 x,
in Tiefe 10 . . . 27,5 x.

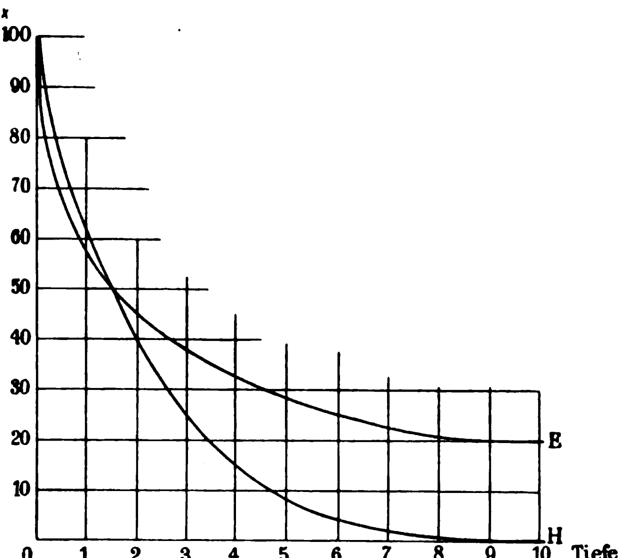
Figur 19—22. Versuchsserie III. **Vergleich** der Ergebnisse der Härtemessung verschiedener Lichtarten nach Verfahren 1 mit bloßer Bestimmung der 1 cm-Wassertiefendose und mit gleichzeitiger Annahme einer homogenen Beschaffenheit des Lichtes, mit entsprechender Fortsetzung des erhaltenen ersten Teils der Kurve nach abwärts einerseits (gestrichelte Linie: Homogenlichtkurve) und der differenzierenden quantimetrischen Härtemessung nach Verfahren 4 anderseits (ausgezogene Linie: rudimentäre Tiefenkurve). Daraus ergibt sich die Unvollständigkeit des Verfahrens 1 und die Unrichtigkeit der von manchen Forschern gemachten Annahme einer homogenen Beschaffenheit des Lichtes.




Figur 23. Vergleich der Ergebnisse des Verfahrens 1 (Bestimmung der 1 cm-Wassertiefendose) mit Zeichnung der Homogenlichtkurve H einerseits und des Verfahrens 4 (differenzierende Härtemessung) mit Zeichnung der experimentell gefundenen Tiefenkurve E anderseits.

Als Beispiel ist ein mittelweiches Licht gewählt, bei dem die Prüfung mit Verfahren 1 als 1 cm-Wassertiefendose 60 x ergibt.

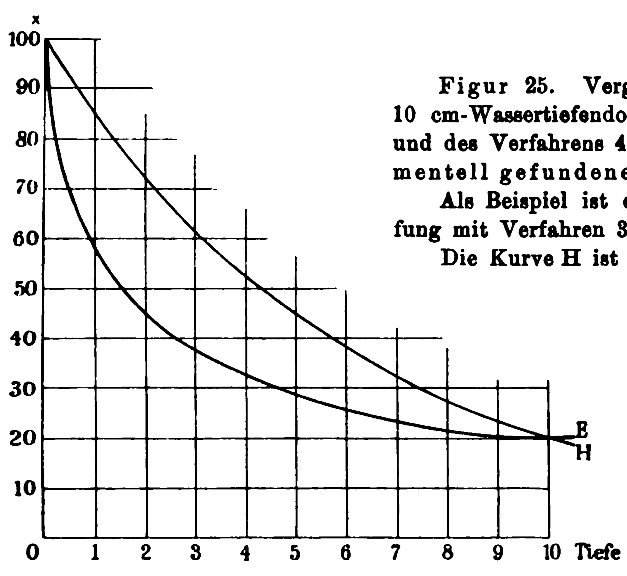
Die Kurve H ist also unrichtig, sie würde von 1 cm Tiefe abwärts zu tief verlaufen, also eine zu ungünstige Tiefenverteilung des Lichtes annehmen lassen.



Figur 24. Vergleich der Ergebnisse des Verfahrens 2 (Bestimmung der HWS mit dem Quantimeter) mit Zeichnung der Homogenlichtkurve H einerseits und des Verfahrens 4 (differenzierende Härtemessung) mit Zeichnung der experimentell gefundenen Kurve E anderseits.

Als Beispiel ist ein härteres Licht gewählt, bei dem die Prüfung mit Verfahren 2 als HWS (mit 50% der Oberflächendose!) $1^1/_2$ cm Wasser ergibt.

Die Kurve H ist also unrichtig, sie würde von $1^1/_2$ cm Tiefe abwärts zu tief verlaufen, also eine zu ungünstige Tiefenverteilung des Lichtes annehmen lassen.



Figur 25. Vergleich der Ergebnisse des Verfahrens 3 (Bestimmung der 10 cm-Wassertiefendose) mit Zeichnung der Homogenlichtkurve H einerseits und des Verfahrens 4 (differenzierende Härtemessung) mit Zeichnung der experimentell gefundenen Tiefenkurve E anderseits.

Als Beispiel ist ein durch Filter gehärtetes Licht gewählt, bei dem die Prüfung mit Verfahren 3 als 10 cm-Wassertiefendose 20 x ergibt.

Die Kurve H ist unrichtig, sie würde in allen höheren Schichten viel zu hoch verlaufen, also eine zu günstige Verteilung des Lichtes annehmen lassen.

Figuren 23, 24 und 25. Vergleich der Ergebnisse der einseitigen quantimetrischen Härtemessungen nach Verfahren 1, 2, 3 mit gleichzeitiger Annahme einer homogenen Beschaffenheit des Lichtes einerseits und der differenzierenden Härtemessung nach Verfahren 4. Das Ergebnis der Messungen 1, 2, 3 ist in den drei Figuren in der Lage des Kreuzungspunktes der beiden Kurven gegeben, wozu unter Annahme einer homogenen Beschaffenheit des Lichtes die Homogenlichtkurve H gezogen ist.

Das Verfahren 4 mit der experimentell gefundenen Kurve E verläuft also ganz anders, die von manchen Forschern gemachte Annahme einer homogenen Beschaffenheit ist demnach für das geprüfte Licht ganz unrichtig.

Mit der Annahme einer Homogenität des Lichtes erhält man keineswegs richtigen Aufschluß über die zu erwartenden Tiefendosen. Geht man z. B. von verschiedenen perzentuellen 1 cm-Wassertiefendosen aus, so würde man bei jener Vermutung eine viel raschere Abnahme der Dosen nach der Tiefe zu annehmen, als es sich bei Untersuchung des uns zur Verfügung stehenden Lichtes mit der differenzierenden quantimetrischen Messung zeigt; in Wirklichkeit sind die weiter unten vorhandenen Tiefendosen viel größer.

So wie die 1 cm-Wassertiefendose gibt auch die Halbwertschicht — nach der einen oder andern Art bestimmt — nur ganz ungenügenden Aufschluß über die ganze Tiefenverteilung des Lichtes; bei Annahme von homogenem Licht würde man z. B. bei weichem und mittelweichem Licht ebenfalls eine zu starke Abnahme des Lichtes nach der Tiefe zu annehmen; bei hartem Licht erhält man vor allem über den zwischen Oberfläche und Halbwertschicht gelegenen Teil der Tiefenkurve keinen richtigen Aufschluß.

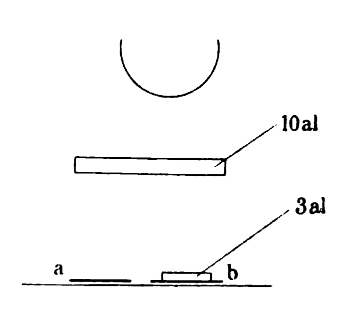
Der letztgenannte Mißstand gilt auch von der 10 cm-Wassertiefendose.

Aus dem Vergleich der quantimetrischen Tiefenkurven bei unserem mittelweichem Licht und Filtration mit 3 mm-Aluminium einerseits und der Homogenkurven andererseits ergibt sich, daß dort das Licht noch lange nicht homogen ist.

Will man daher in der Praxis den Härtegrad des Lichtes und die entsprechende Tiefenverteilung des Lichtes in Wasser verläßlich kennen lernen, so ist immer die Vornahme der differenzierenden quantimetrischen Härtemessung erforderlich.

Frage der Entmischung.

Manche könnten vielleicht meinen, daß durch unsere Methode mit verschieden dicken Aluminiumstufen geradezu eine Auflösung des Strahlenbündels in die verschieden stark durchdringungsfähigen Strahlen, also eine Entmischung des Lichtes eintrete. Dies ist aber keineswegs der Fall; vielmehr hält sogar eine dünne Aluminiumschicht auch von stark penetrationsfähigen Strahlen einen Teil, allerdings einen verhältnismäßig kleinen Teil zurück. Unser mittelweiches Licht wird zwar durch ein 10 mm-Aluminiumfilter sehr gehärtet, aber das Licht ist auch dann — wie meine Versuche ergeben — von weicheren Strahlen keineswegs so gut gereinigt, daß es nun durch eine dünne Aluminiumschichte, z. B. eine 3 mm-Aluminiumlage fast ungeschwächt passieren könnte.



Figur 26. Situationsskizze zu einem Versuche, bei dem die Wirkung eines 10 mm-Aluminiumfilters auf das von der Röhre emittierte Röntgenlicht geprüft wird. Zwischen Röhre und Tisch wird eine 10 mm dicke Aluminiumplatte angebracht, ferner werden zwei Reagensstreifen (a und b) nebeneinander auf den Tisch gelegt, Streifen b mit einem 3 mm-Aluminiumplättchen belegt.

Es wird nun z. B. mit mittelweichem Licht eine entsprechend lange Exposition vorgenommen. Nach der Entwicklung zeigt sich der Streifen b erheblich weniger geschwärzt als Streifen a; daraus ergibt sich, daß das verwendete mittelweiche Licht auch nach dem Passieren durch eine dicke (10 mm) Aluminiumlage noch immer viel Strahlen erhält, die selbst durch eine viel dünnere (3 mm) Aluminiumschicht nicht ohne Schwächung durchtreten.

Man sollte ferner glauben, daß man die Zusammensetzung des Strahlenbündels dadurch kennen lernen könnte, daß man die Perzentsätze der einfallenden Lichtmengen eruiert, welche durch verschiedene dicke Aluminiumlagen dringen, und zwar entweder durch den Vergleich der ohne und mit Filter erhaltenen quantimetrischen Dosen oder durch Ermittelung der Zeit, um welche man den Streifen unter der Aluminiumlage länger zu bestrahlen habe, damit hier dieselbe Dose wie ohne Zwischenlage resultiere. Doch ist dies nicht möglich, wir können nicht einmal die einfallenden Lichtmengen nicht als solche messen, da bei der Wirkung auf das Reagens nicht nur die Intensität des Lichtes, sondern auch die Absorbierbarkeit der Strahlen in Betracht kommt.

Anhang.

Prüfung der Tiefendosierung bei bestimmter Art der Applikation. Aluminiumphantom.

Die ersten Untersuchungen über die Abnahme der Lichtintensität im menschlichen Gewebe nach der Tiefe zu sind Perthes (1904) zu verdanken; er verwendete Fleischstücke u. dgl. und fand, daß bei mittelweichem Licht und großer Fokusdistanz in der Tiefe von 1 cm 50—60%, bei 2 cm 35—45%, bei 3 cm 20—30% „der oberflächlich vorhandenen Lichtstärke" vorhanden waren. Dieser Forscher fand auch bereits, daß das Muskel- und Drüsenparenchym beiläufig die Dichte von Wasser hat, ferner ist nach ihm einer Wasserschichte eine zehnmal dünnere Aluminiumschichte äquivalent, namentlich bei mittelweichem Licht.

Verfasser studierte seinerzeit (Lehrbuch 1907, S. 84) die Tiefenverteilung des Lichtes in Wasser bei verschiedenen Härtegraden des Lichtes mit dem Quantimeter und zwar teils mit Benutzung von Wasser selbst, teils von Aluminium — mit Benutzung der Perthesschen Äquivalenz 1:10. Der Härtegrad des Lichtes wurde zunächst mit dem Härtemesser von Benoist-Walter bestimmt. (Daß übrigens die Beziehung der BW-Härtegrade und der Tiefenkurven des Lichtes keine fixe ist, wurde bereits oben gesagt.)

Tabelle von Verfasser 1907.

Als Oberflächendose ist 100 x angenommen, es sind also hier perzentuelle Tiefendosen angegeben.

BW	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm
VI	60	48	40	35	32	28 (?)
V	50	33	25	20	16	10 (?)
IV	40	23	13	9	4	—
III	33	17	8	3 (?)	1 (?)	—

Gauß und Lembcke prüften 1910 ebenfalls die Tiefenverteilung des Lichtes in Wasser mit dem Quantimeter und zwar behufs Erforschung der Wirksamkeit verschiedener Filter, sie verwendeten als Objekt teils ein besonders konstruiertes Phantom aus Aluminium, teils eine Wasserwanne. Unser Verfahren wurde auch bald von anderen akzeptiert, namentlich von Ingenieuren: Dessauer, Janus usw.

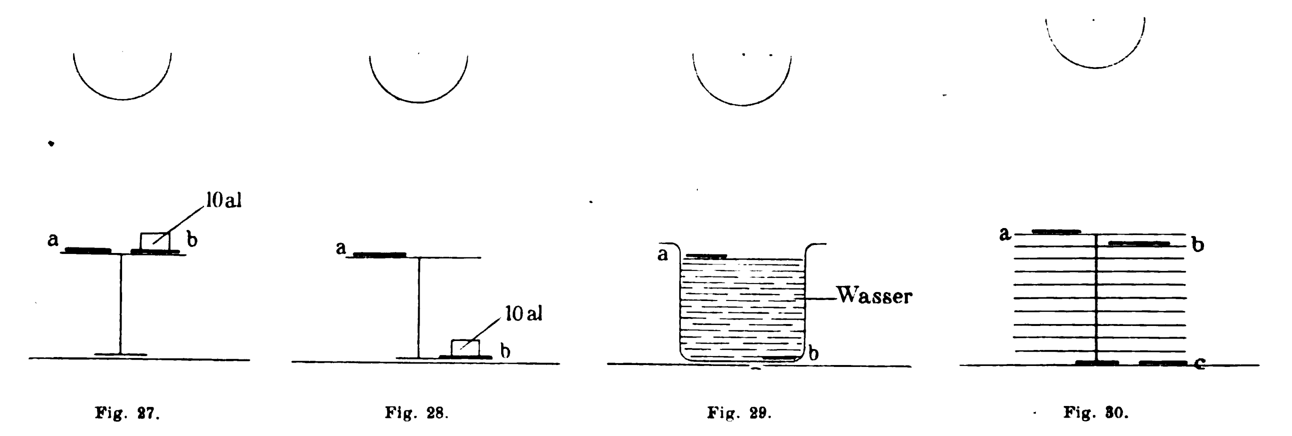
Um die Tiefendosierung unter verschiedenen Verhältnissen in der Praxis kennen zu lernen, benutzt man in der Tat mit Vorteil das Quantimeter, und zwar stehen uns zur Imitation des Muskel- und Drüsenparenchyms mehrere Verfahren zur Verfügung: 1) das Verfahren mit der planliegenden Serie von Reagensstreifen und Aluminiumstufen nach Verfasser, 2) das Verfahren mit der Serie von etagenförmig angeordneten Streifen und Aluminiumstufen nach Verfasser, 3) das Verfahren mit der Wasserwanne von Gauß und 4) das Verfahren mit dem Aluminiumphantom von Gauß. (Fleisch zu nehmen — wie es seinerzeit Perthes tat —, eignet sich aus verschiedenen Gründen nicht, dagegen ist Talg (Gauß) gut brauchbar.)

Man sollte zunächst glauben, daß das Verfahren mit der Wasserwanne und versenkten Reagensstreifen das beste sei, weil hier ganz ähnliche Sekundärstrahlen gebildet werden wie im Körperteil; doch entstehen auch im Aluminium derartige Sekundärstrahlen — übrigens kommen diese wegen ihrer geringen Menge weder hier noch dort zu stärkerer Geltung. Das erste Verfahren vom Verfasser mit dem in einer Ebene liegenden, „planliegenden" Reagensstreifen und Aluminiumstreifen ist für den vorliegenden Zweck minder geeignet, weil dabei die Divergenz der Strahlen im Objekt nicht berücksichtigt ist. Mit dem zweiten Verfahren des Verfassers ist hier jenes gemeint, bei welchem die Reagensstreifen und Aluminiumplättchen nicht in einer Ebene liegen, sondern etagenförmig: zu oberst liegt der einfache Streifen, 1 cm weiter vom Fokus entfernt der mit 1 mm Aluminium belegte Streifen (zur Messung der 1 cm-Wassertiefendose), 10 cm weiter vom Fokus entfernt der den 10 mm dicken Aluminiumblock

tragende Streifen (zur Messung der 10 cm-Wassertiefendose). Dieses Verfahren ist für unseren Zweck besser als das erste. Das für die Praxis beste Verfahren ist aber wohl das mit dem Aluminiumphantom von Gauß.

Man stellt natürlich bei allen Verfahren vor der Belichtung jene Verhältnisse bezüglich Röhre, Evakuationsstadium, Belastung, Filter und Fokusdistanz wieder her, die bei der zu prüfenden Technik vorliegen. Man braucht übrigens die Tiefenmessung nicht bezüglich aller Tiefen von 1—10 vorzunehmen, es genügt vielmehr in der Regel die 1-, 5- und 10 cm-Tiefendose zu bestimmen. Die perzentuellen Dosen werden dann in das oben beschriebene „Normalordinatensystem" eingetragen und die Punkte zu einer rudimentären Kurve verbunden.

Die eben genannten Verfahren 2, 3 und 4 unterscheiden sich wie ersichtlich von unserer früher beschriebenen differenzierenden Härtemessung dadurch, daß nun die Divergenz der Strahlen im Objekt und entsprechende Lichtabnahme nach unten berücksichtigt wird, was bei nicht allzugroßer Fokus-Objekt-Distanz und bei Bestimmung von Dosen in großer Tiefe wichtig ist.



Figur 27—30. Bestimmung der **10 cm-Wassertiefendose** mit dem Quantimeter nach mehreren Methoden.

Die untere Linie stellt die Tischplatte vor, darauf steht ein Ständer, beziehungsweise eine Glaswanne. Reagensstreifen **a** dient zur Bestimmung der Oberflächendose, Reagensstreifen **b**, bzw. **c** zur Bestimmung der 10 cm-Tiefendose.

Figur 27. Erstes Verfahren, vor allem für physikalische Härtemessung des Lichtes geeignet, aber auch für Gewinnung von beiläufigen Anhaltspunkten über die Tiefendosierung bei therapeutischen Sitzungen brauchbar. Der den Tiefenmesser tragende Reagensstreifen **b** liegt im gleichen Niveau wie der unbedeckte Reagensstreifen **a**.

Figur 28. Zweites Verfahren, für Prüfung der Tiefendosierung bei bestimmten, oft wiederkehrenden technischen Maßnahmen geeignet. Der den Tiefenmesser tragende Reagensstreifen **b** liegt 10 cm weiter von dem Fokus der Röhre entfernt als der unbedeckte Streifen **a**.

Figur 29. Drittes Verfahren, mit der Wasserwanne von Gauß, für denselben Zweck wie das vorige Verfahren verwendbar. Der zur Tiefenmessung bestimmte Reagensstreifen **b** wird durch Guttapercha vor Feuchtigkeit geschützt auf dem Boden der Glaswanne befestigt und das Gefäß bis zu 10 cm Höhe mit Wasser gefüllt. Zu oberst schwimmt auf einem Karton mit Guttaperchadecke der für Oberflächendosierung bestimmte Streifen **a**. Als Fokusdistanz wird hier — sowie bei dem vorigen Verfahren — dieselbe verwendet wie bei den zu prüfenden therapeutischen Sitzungen.

Figur 30. Viertes Verfahren. Gaußsches Aluminiumphantom. Höhe des Phantoms: 10 cm Höhe, Bestandteile 10 gleiche, 1 mm dicke Aluminiumplatten. Dient ebenfalls zur Prüfung der Tiefendosierung bei einem gewissen praktischen Betriebe. Als Fokusdistanz wählt man auch hier die im Betriebe verwendete. (Figur 30 ist im Verhältnis zu den nebenstehenden Figuren — der Deutlichkeit halber — größer gezeichnet.)

Verwendet man im Laboratorium für gewisse Tiefenbestrahlungen bestimmte technische Maßnamen mit fixer Entfernung der Röhre, mit ziemlich gleichbleibender Röhrentype, -Härte und -Belastung und mit gleichem Filter, und will man die daraus beiläufig resultierende Tiefendosierung kennen lernen, so genügt es, wenn man **ab und zu**, z. B. jeden Monat einmal, ferner bei einem **Wechsel** in der Einrichtung und in den Maßnahmen die Prüfung vornimmt. Um Vergleiche mit anderen Anordnungen anstellen zu können, zeichnet man — wie gesagt — auch bei diesen Untersuchungen die Tiefenkurve auf quadriertes Papier in das Normalordinatensystem mit Umrechnung der erhaltenen Dosen auf die Oberflächendose 100 x, wie es oben für die Lichtprüfung als solche angegeben wurde. Durch eine solche Untersuchung kommt man erst in die Lage zu entscheiden, ob die verwendete Technik für den gewünschten Zweck wirklich geeignet ist; findet man sie ungeeignet, so soll man sie womöglich gleich zu verbessern suchen, z. B. eine andere Fokusdistanz oder eine andere Röhrenhärte und Belastung wählen.

Auch bei Hautbehandlung ist zuweilen die Ermittelung der Tiefenkurve wichtig, allerdings nur etwa bis zur Tiefe von 1 cm, und zwar besonders bei sehr weichem Licht. Hier genügt die Verwendung einer Serie von in einem und demselben Niveau liegenden, also „planliegenden" Reagensstreifen und Aluminiumplättchen, diesmal mit dünnen Stufen, z. B. 0.1, 0.5, 1.0 mm.

Beispiel über Hauttiefendosierung. Bei den Versuchen mit Verwendung eines 0.3 mm-Aluminiumplättchens ergaben sich mir z. B. etwa folgende perzentuelle 3 mm-Wassertiefendosen:

bei weichem Licht 70 x,
bei mittelweichem Licht 80 x,
bei hartem Licht 90 x.

Beispiel von Vergleich zweier Maßnahmen (I und II) für Tiefenbehandlung mit verschiedener Röhrenhärte und Belastung. Bei der einen Maßnahme (I) wurde die Röhre in mittelweichem Zustande verwendet und mäßig belastet, so daß im Sekundärstrom das Milliampèremeter 1 Milliampère zeigte. Bei der zweiten Maßnahme (II) wurde dieselbe Röhre verwendet, aber bedeutend weicher gemacht, dafür viel stärker belastet, so daß das Milliampèremeter auf 2—3 Milliampère stieg. In beiden Fällen wurde ein Filter von 3 mm-Aluminium eingeschaltet. Es wurden jedesmal zwei nebeneinanderliegende Reagensstreifen verwendet, der eine mit einem 10 mm-Aluminiumblock belegt. Nun wurde jedesmal entsprechend lange belichtet. Die Ablesung der 10 mm-Aluminium-Tiefendosen ergab bei Maßnahme I in % der Oberflächendose 25 x, bei Maßnahme II nur 10 x. Die erste Maßnahme erwies sich also als die bessere, bei der zweiten Maßnahme war die stärkere Belastung und entsprechende Lichthärtung nicht einmal imstande, den Einfluß des niedrigeren Vakuums auf die Lichtqualität auch nur zu kompensieren; allerdings wurde bei II in der gleichen Zeit eine im Vergleich mit I viel geringere Oberflächendose (nur die Hälfte) erreicht.

	Härte der Röhre	Belastung (Knopf am Rheostaten)	Milliampère	$x^8 : x^{10}$	Zahl der zur Erreichung von 10 x^8 erforderlichen Minnuten
Maßnahme I	mittelweich	mittel (VII)	1	100 : 25	18
Maßnahme II	weich	stark (IX)	2—3	100 : 10	9

Weitere Versuche werden ergeben, ob die Röhren bei niedrigem Vakuum und starker Belastung — wie sie heute bei Tiefenbehandlung üblich sind — immer weicheres Licht aussenden, als wenn sie in möglichst hartem Zustand verwendet und schwächer belastet werden; die Verstärkung der Lichtintensität (Oberflächenwirksamkeit) und entsprechend kürzere Expositionszeit würden dabei mit einer Herabsetzung der Lichthärte und entsprechenden Verschlechterung der Tiefendosierung erkauft. Es dürfte dies aber nicht allgemein gelten, die obigen Versuche wurden bloß zur Anregung, die Frage weiter zu studieren, mitgeteilt.

Es ist ferner zu beachten, daß man durch Benutzung gewisser Filter keineswegs auch Licht von bestimmter Härte erhält; dies wird, wie kürzlich auch Rosenthal hervorhob, meist übersehen. Man soll also für Tiefenbehandlung nicht einfach ein dickes Filter verwenden, sondern bereits mit der Röhre

durch Wahl eines geeigneten Härtegrades und einer entsprechenden Belastung ein **möglichst hartes Licht erzeugen.**

In der letzten Zeit wird — wie erwähnt — nicht selten von Firmen zur Darstellung der Leistung der Instrumentarien und Röhren das Quantimeter mit dem Aluminiumphantom verwendet und es werden die erhaltenen Absorptionskurven veröffentlicht; es wird aber meist nicht mitgeteilt, mit welcher Fokusdistanz die Versuche gemacht wurden, und wie das Phantom beschaffen war; man soll nämlich die von R., G. & Sch. verfertigten Exemplare verwenden.

Statt Aluminium kann man wie gesagt direkt Wasser nehmen. Man soll sich auch dabei auf den Gebrauch gewisser Modelle beschränken. Man verwendet am besten eine Glaswanne mit 10:10 cm Grundfläche und 11 cm Höhe, welche mit Wasser bis zu der Höhe von 10 cm gefüllt wird; an der Oberfläche, ferner in der Tiefe von 1, 5 und 10 cm werden auf einem Ständer mehrere durch Umwickeln mit einem wasserdichten Stoff (Billrothbatist) vor Eindringen von Feuchtigkeit geschützte Quantimeterstreifen angebracht. Die gewünschte Fokuswasserdistanz wird genau abgemessen. Dieses Verfahren ist aber viel umständlicher als das mit dem Aluminiumphantom und bietet keinen nennenswerten Vorteil. (Die Glaswanne ist samt Ständer bei R., G. & Sch. zu haben.)

Die Aluminiumtiefendosen geben — wie zuerst Perthes angab und was ich bei vielen Versuchen als richtig fand — über die Tiefendosen unter 10mal dickeren Wasserschichten guten Aufschluß; doch ist dies nicht ganz genau, weil bei verschiedenem Penetrationsgrad des Lichtes die äquivalenten Dicken von Wasser mit Aluminium sich nicht stets genau wie 10:1 verhalten, worauf schon Perthes hinwies. Die genannte Äquivalenz ist vor allem bei mittelweichem Licht vorhanden. Doch spielt diese Ungenauigkeit in der Praxis keine Rolle, weil das Gewebe nicht genau die Durchlässigkeit von Wasser besitzt, was nur bei Muskelparenchym und gewöhnlichem Drüsenparenchym beiläufig zutrifft. Noch weniger ins Gewicht dürften Verschiedenheiten in der Sekundärstrahlung der getroffenen Massen fallen.

Ermittlung der Tiefendosen bei den therapeutischen Sitzungen selbst.
Aluminiumplättchen und Aluminiumblock.

In der täglichen Praxis, und zwar bei allen radiotherapeutischen Sitzungen soll man mit dem Quantimeter nicht nur die Oberflächendosen messen, sondern auch Anhaltspunkte für Tiefendosen zu gewinnen suchen. Dazu belegt man den auf der Haut liegenden Quantimeterstreifen zur Hälfte mit einem Aluminiumplättchen von geeigneter Dicke. Man nimmt also nicht etwa mehrere Streifen wie den früher beschriebenen und genaueren Messungen dienenden Verfahren, sondern nur einen einzigen Streifen und man verwendet auch Aluminiumplättchen von kleinerer Grundfläche als bei den oben angeführten Untersuchungen.

Bei Hautbehandlung belegt man, wie ich es bereits 1906 vorgeschlagen habe, den Streifen mit einem 1 mm-Aluminiumplättchen.

Bei Tiefenbehandlung verwendet man nach dem Beispiel von Gauß (1910) einen 10 mm dicken Aluminiumblock.

Stets soll der Streifen und die Aluminiumplatte streng senkrecht zu den einfallenden Strahlen, nicht etwa schräg liegen.

Wer das Quantimeter bisher nur zur Oberflächendosenmessung verwendet hat, wird durch die Zutat der Tiefenmessung keinen nennenswerten weiteren Zeitaufwand machen. Auch beeinträchtigt der Aluminiumblock bei Tiefenbehandlung mit durch Filter gehärtetem Licht die Tiefenbelichtung nicht beträchtlich; bei Behandlung gewisser Hautaffektionen mit weichem Licht, namentlich bei Epilationen bringt man aber den mit Aluminium armierten Streifen stets mehr seitlich auf der Haut an oder verschiebt ihn während der Sitzung wiederholt, damit auf der Haut kein störender Lichtausfall entstehe.

Bei Verwendung der Aluminiumplättchen ist man — worauf ich bereits 1906 aufmerksam machte — nebenbeibemerkt auch in der Lage, bei Verabreichung von **großen Oberflächendosen**, welche an der Normalskala nicht mehr abgelesen werden können, eine Berechnung der Oberflächendosen aus den Tiefendosen anzustellen, allerdings nur bei bereits auf seine Härte geprüftem und konstantem Röntgenlicht. Ich bezog mich damals auf das 1 mm-Aluminiumplättchen und die entsprechende 1 cm-Wassertiefendose.

Es wäre dies aber — wie vor einigen Jahren **Gauß** hervorhob — vor allem bei der heute üblichen Tiefenbehandlung mit großen Dosen wichtig; man hat dazu den 1 cm-Aluminiumblock (10 cm-Wassertiefendose) zu nehmen. Hat sich z. B. bei einer ersten Prüfung gezeigt, daß sich bei dem verwendeten Betriebe die Oberflächendose zur 10 cm-Tiefendose wie 3 : 1 verhält (10 cm-Wassertiefendose $33^1/_3\,^0/_0$), so hat man die Oberflächendose aus der Tiefendose durch Multiplikation mit 3 zu berechnen; verhält sich die Oberflächendose zur Tiefendose wie **4 : 1** (10 cm-Wassertiefendose $25\,^0/_0$), so hat man die letztere mit 4 zu multiplizieren. Im letzteren Falle kann man statt dessen die auf **Gauß'** Vorschlag von der Firma angefertigte **„Zusatzskala zum Quantimeter"** verwenden. Diese indirekte Oberflächendosenbestimmung ist aber recht unverläßlich, weil stets kleine Schwankungen im Härtegrad der Röhre vorkommen und diese eine bedeutende Änderung der Lichtqualität mit sich bringen. Das Verfahren darf also nur ganz ausnahmsweise angewendet werden, vor einer regelmäßigen Benutzung der Zusatzskala zur Bestimmung großer Oberflächendosen ist **dringend zu warnen**, man erhält damit meist ganz falsche Zahlen.

Leider kann man mit dem Quantimeter die Tiefendosen nur selten direkt ermitteln und zwar durch Einlegen der Streifen in zugängliche Körperhöhlen. Ferner kann man durch Unterlegen eines Streifens unter den Körperteil eine Anschauung über die Tiefendosierung gewinnen.

Schlußsätze.

1. **Härtemessung des Röntgenlichtes als solchen** (physikalische Messung des Härtegrades des Lichtes, unabhängig von einer bestimmten praktischen Anordnung, also ohne Berücksichtigung einer verhältnismäßig kleinen Fokus-Objektdistanz). Die Messung wird mit dem Quantimeter und einer **Serie von Aluminiumplättchen** vorgenommen, wodurch man eine ganze Tiefendosenskala erhält. Damit ist zum ersten Male ein einigermaßen vollkommenes und für wissenschaftliche Untersuchungen geeignetes Verfahren der Härtemessung des Röntgenlichtes gegeben; bei der Zusammensetzung der Röntgenlichtstrahlung aus Strahlen von sehr verschiedenem Penetrationsgrade sind alle anderen Härtemessungen höchst einseitig und ungenau. **Es** genügt nicht, das Röntgenlicht mit einer der bisher verwendeten Härteskalen zu prüfen und die Lichtqualität durch eine einzige Zahl — in Einheiten irgendeines Systems — zu bezeichnen, z. B. mit „Grad 5" dieser oder jener Härteskala.

Behufs Ermöglichung eines leichten Vergleiches der von verschiedenen Untersuchern vorgenommenen Härtemessungen soll die Messung auf ganz bestimmte Weise vorgenommen werden, nämlich 1. mit mehreren nebeneinanderliegenden Reagensstreifen und mit nach Millimetern abgestuften Aluminiumplättchen von ausgewählter Sorte, und zwar bei mittelweichem und hartem Licht mindestens mit den Stufen 1 mm, 5 mm und 10 mm Aluminium, 2. bei nicht zu kleiner Fokusdistanz und möglichst genau senkrecht einfallenden Strahlen, 3. mit perzentueller Umrechnung der erhaltenen Tiefendosen entsprechend der Oberflächendose 100 x und 4. mit Zeichnung der vollständigen oder rudimentären Tiefenkurve in ein „Normalordinatensystem", bei welchem die Strecke 100 x auf der Ordinatenachse gleich lang ist wie die Strecke 10 cm Wassertiefe auf der Abszissenachse, wozu gewöhnliches Quadratpapier dienen kann.

Diese Messung dient vor allem der medizinischen Röntgenphysik und Technik, und zwar für Prüfung der Leistung von Instrumentarien und Röhren.

2. Für die Gewinnung von möglichst guten Anhaltspunkten über die **Tiefendosierung bei einer bestimmten Art der Applikation** mit oft und oft wiederkehrenden technischen Maßnahmen sind ab und zu Proben mit dem **Aluminiumphantom** anzuraten — natürlich ist die Prüfung bei jeder größeren Änderung im Betriebe zu wiederholen, übrigens wird selbst bei einer kleinen Änderung in der Belastung der Röhre, in der Füllung des Unter-



brechers die Lichtqualität eine andere. Bei der Prüfung soll auch die Fokusdistanz dieselbe sein wie im Betriebe. Durch diese Prüfung erfährt man erst, ob die benützte Technik für den gewünschten Zweck wirklich geeignet ist oder ob man eine Änderung vorzunehmen habe. Für größere Anschaulichkeit und leichten Vergleich der Ergebnisse in Publikationen soll auch hier eine Zurückführung auf die Oberflächendose 100 x und eine entsprechende Zeichnung der Kurve auf Quadratpapier in das Normalordinatensystem stattfinden. Im allgemeinen genügt auch hier bei mittelweichem und hartem Licht die Bestimmung in der Tiefe 1, 5 und 10 cm.

3. Bei **allen radiotherapeutischen Sitzungen** soll nicht nur die gewöhnliche quantimetrische Messung zur Oberflächendosenbestimmung vorgenommen werden, sondern es soll dabei zur Gewinnung von Anhaltspunkten über die Tiefendosierung auch die Aluminiummethode angewendet werden, und zwar auf einfache Weise, nämlich mit halbseitigem Auflegen eines kleinen Aluminiumstückes auf den Papierstreifen; man nimmt

a) bei Hautbehandlung ein **1 mm-Aluminiumplättchen,**

b) bei Tiefenbehandlung einen **10 mm-Aluminiumblock,**

und gewinnt dadurch einen Einblick in die Tiefendosierung bis zu kleinerer oder größerer Tiefe.

So eignet sich also das Quantimeter mit der Serie von Aluminiumplättchen für Bestimmung des komplizierten Härtegrades des Röntgenlichtes als solchen, mit dem Aluminiumphantom für Ermittlung der Tiefendosierung bei gewissen, oft wiederkehrenden Applikationen, mit dem einfachen Aluminiumplättchen oder -block zur Kontrolle der Tiefendosierung bei den einzelnen therapeutischen Sitzungen.

Literatur.

Perthes: Bestimmung der Durchlässigkeit des menschlichen Gewebes für Röntgenlicht. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. VIII, 1904.

Christen: Röntgenphotographie und Röntgentherapie. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. XV, 1910. Heft 6.

Derselbe: Absorptionsgesetze. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. XVI, 1911. S. 273.

Derselbe: Grundlage der Tiefentherapie. Strahlentherapie, Bd. I, 1912. S. 51.

Derselbe: Der absolute Härtemesser. Strahlentherapie, Bd. I, 1912. S. 325.

Derselbe: Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen. Archiv u. Atlas, Bd. 28 (Gräfe & Sillem), 1913.

Gauß und Lembcke: Röntgentiefentherapie (Urban & Schwarzenberg) 1912.

Kienböck: Das Quantimeter. I. Kongreß der Deutschen Röntgengesellschaft. Berlin 1905.

Derselbe: Über Quantimeter und Dosenmessung. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. IX, 1906.

Derselbe: Das Quantimeter. Wiener klin. Wochenschrift 1906. S. 405.

Derselbe: Radiotherapie. Lehrbuch (Enke) 1907.

Derselbe: Das Quantimeter. Strahlentherapie Bd. I, 1912. S. 68.

Derselbe: Kontrolle der therapeutischen Bestrahlungen durch Vorstände von Kliniken. Münchner mediz. Wochenschrift 1912. Nr. 45. S. 2461.

Nachtrag bei der Korrektur.

Christen: Theorie und Technik der Härtemessung. Fortschritte der Röntgenstrahlen, Bd. XXII, Heft 2, 1914.

Überempfindlichkeit der Haarpapillen für Röntgenlicht bei Psoriasis.

Von

Privatdozent Dr. **Robert Kienböck**-Wien.

Es ist längst bekannt, daß die Haut bei manchen Krankheiten für Röntgenstrahlen überempfindlich ist, ohne lokal ein abnormes Aussehen darzubieten, sowohl bei gewissen Hautkrankheiten, vor allem bei Psoriasis (Verfasser) als auch bei Allgemeinerkrankungen, z. B. bei Basedowscher Krankheit (Dohan); bei beiden Affektionen befindet sich wahrscheinlich die Haut zufolge einer Stoffwechselanomalie in einem Erregungszustande, ganz besonders bei Psoriasis.

Die bedeutende Überempfindlichkeit der Haut bei Psoriasis — auch an Stellen, wo keine Krankheitsherde sitzen — wurde dann von vielen Beobachtern bestätigt; sie ist besonders hochgradig bei akuten Schüben der Krankheit mit Eruptionen fast am ganzen Körper. Was aber nicht bekannt ist, ist der Umstand, daß die Haut nicht nur für Bildung von Erythem (Kutispapillen) überempfindlich ist, sondern daß auch die Haarpapillen hyperradiosensibel sind.

In der Literatur ist über das Vorkommen einer Überempfindlichkeit der Haarpapillen, ohne daß sie sich geradezu im Entzündungszustand befinden (Sykosis), fast nichts bekannt, in Lehrbüchern ist darüber nichts angegeben. Nur mahnen manche Autoren (Hahn und Albers-Schönberg, Blaschko und Alexander) zur Vorsicht in der Dosierung bei Behandlung von seborrhoischem Kopfekzem (vgl. H. Ritter, Die Röntgenbehandlung des Ekzems, Strahlentherapie, Band III, 1913, S. 599 bzw. 614); man soll etwa nur 2 x verabreichen, weil die Haut samt den Haarpapillen in diesen Fällen empfindlicher ist als eine normale, hier tritt Epilation schon bei viel kleineren Dosen ein als an der normalen Kopfhaut.

Es sei hier ein Fall von Psoriasis mitgeteilt, bei welchem der Kopf wegen einiger juckender Eruptionen bestrahlt wurde, und zwar nur schwach aber in toto bestrahlt wurde, wo sich aber eine unerwartete und sogar große Überempfindlichkeit der Haarpapillen zeigte, indem trotz der schwachen Belichtung Haarausfall eintrat und die Kahlheit monatelang bestehen blieb.

Es handelt sich um ein 21jähriges, kräftiges Mädchen mit langem, dichtem, dunkelbraunem Kopfhaar, welches seit 9 Jahren an schwerer Psoriasis leidet; derzeit sind durch Jucken besonders die Eruptionen am Kopfe störend. Von einem bekannten Dermatologen wurden bereits einmal am Kopfe Röntgenbestrahlungen gegeben und nun werden von ihm neuerdings Bestrahlungen des Kopfes gewünscht. Patientin erscheint im Röntgeninstitut im Sanatorium Fürth am 16. I. 1914: an einigen Stellen des Hinterkopfes und der Schläfen sind kleine, mäßiggerötete und schuppende Herde vorhanden. Der Kopf der Patientin wird von mir sofort bestrahlt und zwar an 6 Stellen: rechte Schläfe, linke Schläfe, Nacken rechts, Nacken links, Wirbelgegend und vordere Scheitelgegend. Die Stellen werden nacheinander aus der Entfernung (Fokusdistanz) von 22 cm mit mittelweicher Röhre bei mäßiger Belastung (wobei das Milliampèremeter auf 1 zeigt) und mit Zwischenschaltung eines 1 mm-Aluminiumfilters bestrahlt. Die Einzelbelichtungen werden abgebrochen, sobald das Sabouraud-Noiré-Holzknecht-Radiometer (frische Plättchen) etwas über 2 H (in meinem Bestrahlungsprotokoll „$2^1/_4$ H") zeigt, was nach $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Minuten der Fall ist. Der bei der ersten Belichtung aufgelegte Quantimeterstreifen zeigt nach der Entwicklung $4^1/_2$ x ($4^1/_2$ x^s mit 1 cm-Wassertiefendose 3 x[1]); er ist im Bestrahlungsprotokoll eingeklebt.

Es wurde eine so schwache Bestrahlung gegeben, weil sie für den Heileffekt als genügend angesehen wurde und weil außerdem angenommen wurde, eine stärkere Bestrahlung könnte einen unerwünschten Haarausfall erzeugen. Es wurde auch der Patientin auf ihre Anfrage mitgeteilt, daß durch die Bestrahlung kein Haarausfall zu erwarten wäre. (Bei der vor einigen Monaten vom Dermatologen vorgenommenen Behandlung des Kopfes wurden — wie mir mitgeteilt wird — mit 8tägigem Intervall 2 Bestrahlungen gegeben, je $^1/_4$ S-N.-Dose, und zwar mit weichem Licht (F. Schultzsche Röhre, 5—6 Wehnelt) ohne Filtrierung, was eine gute Wirkung auf die Effloreszenzen und das Jucken hatte und nicht zu Haarausfall führte.)



Am 5. II., also 19 Tage nach der Belichtung, erscheint die Patientin mit der Klage, daß seit einigen Tagen am Kopfe viele Haare ausfallen. Auch zeigen sich die Haare hier und da etwas gelockert, die Psoriasisherde sind blaßrot bis braun, das Jucken ist verschwunden.

Einen Monat später, am 5. III. 1914, also über 6 Wochen nach der Belichtung, erscheint das Mädchen abermals, und zwar mit der Angabe, daß vor einem Monat die meisten Haare ausgefallen seien und jetzt noch immer weiter Haare ausfallen. Die rechte Schläfengegend zeigt sich in großer Ausdehnung fast kahl, nur mit spärlichen langen Haaren besetzt. Psoriasisherde sind hier noch immer vorhanden, sie sind vom Dermatologen mit Salbe behandelt. Auch an anderen Stellen des Kopfes sind Stellen mit schütterem Haarwuchs vorhanden.

Am 28. III. 1914 sind beide Schläfen kahl bis auf spärliche lange Haare, sie sind auch mit Psoriasis plaques bedeckt (bepinselt). Die übrigen Stellen des Kopfes zeigen noch ziemlich dichten Haarwuchs, doch ist das Haar nach Angabe der Patientin überall schütterer geworden. Patientin trägt eine Perücke.

Nach einer späteren Mitteilung des Dermatologen (am 6. X. 1914) waren Ende Juni die Haare am ganzen Kopfe bereits nachgewachsen und ziemlich lang geworden.

Es zeigt sich also in diesem Fall von Psoriasis eine unerwartete und sogar sehr bedeutende Überempfindlichkeit der Haarpapillen des Kopfes gegen Röntgenlicht, und zwar diffus in der ganzen Region, also nicht etwa nur an den Herden lokalisiert, sondern auch in der Umgebung derselben; es bestand wohl auch eine beträchtliche Überempfindlichkeit des übrigen Hautgewebes, doch trat keine Dermatitis ein. Es liegt eine genaue Messung der von mir gegebenen Röntgenlichtdose vor: $2^1/_4$ H und $4^1/_2$ x; da nun die Bestrahlung und die Messung unter 1 mm Aluminium vorgenommen wurde, so würde unter diesen Umständen nicht etwa 5 H und 10 x, sondern das Doppelte: 10 H und 20 x der normalen durchschnittlichen Epilationsdose entsprechen und somit wurde in unserem Falle der Haut nur etwa $^1/_5$ der „Epilationsdose" verabreicht. Die Bestrahlung war also absolut betrachtet sehr schwach. Auch der Ablauf des Prozesses in der Haut ist ein eigentümlicher; das Effluvium trat nämlich nicht nach 12 bis 14 Tagen ein, wie es bei einer normalen Haut nach Applikation der Normaldose der Fall ist, sondern begann etwas später und schritt dann langsam fort. Die Kahlheit dauerte — abermals wider Erwarten — lange an, nicht etwa bloß einen, sondern etwa zwei Monate — was bei normaler Haut etwa der Folge einer Belichtung mit 2 Normaldosen entspricht. Trotzdem trat dann fast wider Erwarten eine vollkommene Restitution ein. Da die Haut in unserem Falle auf $^1/_5$ Normaldose so stark reagierte, als ob sie 2 Normaldosen erhalten hätte, so kann man hier eine im Vergleich mit dem Normalen 10mal größere Empfindlichkeit annehmen.

Es ist wichtig, das Vorkommen von hochgradiger Überempfindlichkeit des Kapillitiums bei derartigen Affektionen zu kennen; denn nur dadurch kann man bedeutende Überexpositionen vermeiden. Ritter bemerkt diesbezüglich treffend: „Und zu der Krankheit (es handelt sich dort um Seborrhoe) noch eine wenn auch vorübergehende Kahlheit des Kopfes ist weder eine Zierde für den Träger, noch ein Meisterstück des Arztes."

Solche Fälle sollen also entweder gar nicht mit Röntgenstrahlen behandelt oder nur ganz besonders schwach bestrahlt werden, und zwar am besten mit sehr weichem Licht ohne Filter, damit die Tiefenbelichtung der Haarpapillen möglichst schwach ausfalle. Bei allen Individuen, die einen gesteigerten Stoffwechsel besitzen, ist wohl eine Überempfindlichkeit der Haut bis in die Tiefe, speziell auch eine Überempfindlichkeit der Haarpapillen anzunehmen und daher Vorsicht am Platze.

Es handelt sich hier nicht etwa um eine „Idiosynkrasie" der Haut, ein Ausdruck, der — wenigstens im engeren Sinne — nur eine bedeutende Überempfindlichkeit von sonst gesunder Haut bezeichnet. Das Vorkommen einer echten Idiosynkrasie ist also auch durch unseren Fall nicht bewiesen.

Über die Verwertung der Radiometerangaben.

Von

Privatdozent Dr. **R. Kienböck**, Wien.

Von Radiometern werden derzeit in der Röntgentherapie das Radiometer von Sabouraud-Noiré (im Original oder mit der Holzknechtschen Modifikation) und das Quantimeter des Verfassers viel benützt.

Die beiden Instrumente werden gewöhnlich gesondert gebraucht, doch sollen sie — wie ich schon seinerzeit geraten habe — besser gleichzeitig verwendet werden, das S.-N.-Radiometer als beiläufiger Index für den Fortschritt der Bestrahlung, das Quantimeter zur genauen Registrierung der Oberflächendosen und Tiefendosen.

Die Instrumente haben sich in der Praxis als wertvoll erwiesen, doch muß man verstehen, sie richtig zu verwenden. Diese Mahnung ist umsomehr am Platze, als **keines der beiden Instrumente** ohne weiteres die Hautdosen (Gewebsdosen!) angibt, — noch weniger natürlich die zu erwartende Hautreaktion.

Die Hautdosen, d. i. die der Haut pro Masseneinheit applizierten (hier absorbierten) Lichtmengen müssen erst und zwar mit Berücksichtigung mehrerer Momente aus den Radiometerangaben konstruiert werden. Die Radiometer geben nämlich — übrigens auch nur wenn die Skala richtig konstruiert ist — ausschließlich Reagensdosen an. Der Reagenskörper ist in seinem Bau der Haut keineswegs genügend nachgebildet, daher entsprechen sich auch Reagensdosen und Hautdosen nicht unter allen Umständen. Übrigens besteht die Haut aus verschiedenen Elementen und Systemen, welche zum Teil verschieden tief liegen, verschieden viel Licht erhalten und daher getrennt berücksichtigt werden sollten, besonders sind die oberflächlichen und gefäßreichen Kutispapillen und die tieferliegenden Haarpapillen auseinanderzuhalten. Doch wollen wir zunächst davon absehen und an der durchschnittlichen Hautdose festhalten.

Die Bestimmung der Hautdosen aus den Radiometerangaben ist bei dem früher zumeist verwendeten mittelweichen, nicht filtrierten Röntgenlicht erprobt; obwohl dieses Licht in seiner Zusammensetzung ziemlich schwankt, ist dabei die Bedeutung der Radiometerzahlen für die Haut ziemlich gut bekannt und in den Gebrauchsanweisungen zu den Instrumenten angegeben. Nun arbeitet man aber heute bei der Tiefenbehandlung meist mit einem durch 3—4 mm Aluminium filtrierten Röntgenlicht; bei dieser Lichtart (hier schwankt übrigens nicht nur wieder die Art des emittierten Lichtes, sondern auch die Aluminiumsorte) hat man neuerdings die Bedeutung der Radiometerzahlen für die Haut studieren müssen. Es hat sich herausgestellt, daß bei dem S.-N.-Radiometer nicht eine S.-N.-Dose, sondern die Summe von 2—3 S.-N.-Dosen die neue durchschnittliche Maximaldose darstellt, d. h. daß dabei im allgemeinen (bei mitteldicker Haut von Erwachsenen) einerseits noch kein Erythem erzeugt wird und anderseits Haarausfall mit vorübergehender Kahlheit ohne dauernde Schädigung der Haarpapille. Für das Quantimeter ist die Steigerung der Einheiten gegen früher noch bedeutender, die neue durchschnittliche Maximaldose ist jetzt nicht mehr 10 x, sondern 40—60 x.

Es ist also sowohl bei dem S.-N.-Radiometer als auch bei dem Quantimeter für Licht verschiedener Härte eine Bestrahlung bis zu anderen Radiometerzahlen erforderlich, wenn man eine Maximalbestrahlung applizieren will. Es sind nämlich bei nicht filtriertem und bei filtriertem Licht andere Reagensdosen den Hautdosen äquivalent, bei filtriertem Licht größere Reagensdosen und zwar bei beiden Instrumenten in ungleicher Proportion, beim Quantimeter noch größere als beim S.-N.-Radiometer.

Nur wenn man also die neuen Erfahrungen nicht kennt, wird bei hartem filtrierten Licht durch Bestrahlung bis zu höherer Reagensdose eine entsprechend größere Hautdose „vorgetäuscht", die Tiefenbestrahlung ist aber dabei tatsächlich eine viel stärkere, umsomehr als das Licht sehr hart ist. Zur Illustrierung dessen seien mehrere Fälle mit Berücksichtigung der 10 cm-Wassertiefendose zusammengestellt:

10 x	bei weichem Licht	$10\ x^{s} : {}^{1}/_{10}\ x^{10}$
10 x	„ mittelweichem Licht . . .	$10\ x^{s} : 1\ x^{10}$
10 x	„ mittelweichem filtrierten Licht	$10\ x^{s} : 3\ x^{10}$
50 x	„ „ „ „	$50\ x^{s} : 15\ x^{10}$

Im letzten Falle findet somit nach dem Gesagten zwar keine stärkere Hautbestrahlung statt als im Fall 2, jedoch eine 15 mal größere Tiefenbestrahlung.

Es ist oben auch ersichtlich, daß die **Relation** in den Angaben der beiden Radiometer zueinander bei verschiedenen Lichtarten eine andere ist; die Instrumente messen nämlich verschiedene Arten von Dosen. Bei mittelweichem, nicht filtriertem Licht entspricht eine S.-N.-Normaldose (5 H) beiläufig 10 x, bei stark filtriertem Licht beiläufig 15—20 x. Doch sind Schwankungen in der Lichthärte, speziell Lichtmischung von Bedeutung. Um verläßliche Zahlen über die Relation zu erhalten, wird man erst das Licht mittelst der differenzierenden Härtemessung mit dem Quantimeter prüfen müssen. Prinzipielle theoretische Ausführungen diesbezüglich finden sich in meinen Arbeiten: „Über die photochemischen Radiometer", Strahlentherapie, Bd. II, und „Über die Verwendung der photochemischen Radiometer zur Bestimmung der Hautdosen", Strahlentherapie, Bd. III.

Weil die verschiedene Lichtart und Lichtmischung auf die Reaktion der Reagenskörper der Radiometer und auf die gegenseitige Relation der Angaben verschiedener Instrumente von großem Einfluß ist, kann man **nicht einfach** die zahlenmäßigen Angaben des einen Radiometers nach einer einmal angegebenen Relation in die Zahlen eines anderen **umrechnen**; man darf daher weder in der Wissenschaft, noch in der Praxis sagen — wie es selbst hervorragende Forscher (z. B. Rieder, Ritter u. a.) noch immer tun — **daß man** mit dem S.-N.-Radiometer so und so viel **x**-Einheiten verabreicht oder mit dem Quantimeter so und so viel H-Einheiten appliziert habe; nur wenn man konstantes Licht verwendet — ein Konstanthalten des Lichtes gelingt aber nur ausnahmsweise und nur durch kurze Zeit — und dabei eben die Relation ermittelt hat, kann man derartige Umrechnungen machen, also nur ausnahmsweise und nur für begrenzte Zeit.

Wenn man bei gleichzeitiger Belichtung der Reagenskörper beider Instrumente eine bisher nicht erwartete **Divergenz** in den Angaben findet, so beweist dies keineswegs, daß „das eine Instrument richtig, das andere nicht richtig zeigt", woraus man bereits auf eine geringere Verläßlichkeit des einen oder andern Instrumentes schließen dürfte. Stets sind weitere Momente zu berücksichtigen, wenn man aus den Angaben des einen oder anderen Radiometers auf die Hautdosen schließen will. Außerdem ist noch die vermutliche Dicke und Radiosensibilität der Haut zu beachten, wenn man — worauf es ja in der Praxis ankommt — auf die zu erwartende Hautreaktion schließen will.

Es wurde im vorstehenden auf die größere oder geringere Güte der Ausführung des einen oder anderen Instrumentes, speziell der Skala keine Rücksicht genommen; diesbezüglich sei auf die vergleichenden Versuche von E. Adler an dem S.-N.-Radiometer und Quantimeter hingewiesen, Versuche, bei denen ein mit 3 mm Aluminium filtriertes Röntgenlicht verwendet wurde (Strahlentherapie, Band V, Seite 465) und sich die Exaktheit in der Ausführung des Quantimeters durch die Firma Reiniger, Gebbert & Schall zeigt.

Zur Dosierung in der Röntgentherapie.

Von

Dr. **H. E. Schmidt**, Berlin.

In Band XXII, Heft 4 dieser Zeitschrift hatte ich unter dem gleichen Titel die Vorzüge des Radiometers von Sabouraud-Noiré gegenüber den andern direkten Dosimetern besprochen und als einzige wünschenswerte Änderung die Abschätzung der Tablettenfärbung bei einer konstanten Lichtquelle genannt.

In der Zwischenzeit hatte ich nun Gelegenheit, die für diesen Zweck von Krüger (Strahlentherapie, Bd. II, H. 1, S. 353) empfohlene Osramlampe mit Blauglasfilter bezüglich ihrer Brauchbarkeit zu prüfen.

Die Firma Pohl in Kiel (Hospitalstraße), welche diese Lampen herstellt, war so liebenswürdig, mir ein Exemplar zu Versuchszwecken zu überlassen. Leider mußte ich es als völlig unbrauchbar an die Firma zurücksenden.

Das Licht dieser Lampe hat nun und nimmer die gleiche Zusammensetzung wie das Tageslicht; es hat eine ausgesprochen blaue Färbung, wie sie das Tageslicht weder bei unbedecktem, noch bei bedecktem Himmel zeigt.

Alle Farben erscheinen bei diesem Licht ganz anders als bei Tageslicht. Am deutlichsten ist der Unterschied beim Blau. Ein blaues Papier oder blaues Tuch zeigt beim Lichte dieser Lampe eine ganz andere Farbennuance als bei Tageslicht. Weniger ausgesprochen, aber doch noch deutlich ist der Unterschied bei anderen Farben.

Wenn man nun bestrahlte Tabletten beim Lichte dieser Lampe betrachtet, so erscheinen sie immer viel grüner als bei Tageslicht, und wenn eine Tablette bei Tageslicht bereits die Teinte B zeigt, so sieht sie beim Licht der Pohlschen Lampe noch grün aus, so daß man also annehmen müßte, die Teinte B wäre noch nicht erreicht, wenn man sich auf die Abschätzung beim Licht der Pohlschen Lampe verlassen würde.

Bestrahlt man nun eine solche Tablette, die bei Tageslicht bereits die Teinte B zeigt, noch weiter, so wird das Grün — beim Lichte der Pohlschen Lampe betrachtet — zwar dunkler, aber das reine Gelb, das der Teinte B entspricht, ist bei diesem unnatürlich blauen Licht überhaupt nicht herauszubekommen!

Man würde also mit dieser konstanten Lichtquelle ganz falsch dosieren und Gefahr laufen, erhebliche „Verbrennungen" zu machen.

Wenn ich z. B. mit einer kleinen Burgerröhre bei 0,7 M.-A. und 7 We. in 6 Min. bei Tageslicht immer wieder die Teinte B erreichte, so zeigte die Tablette beim Lichte der Pohlschen Lampe auch nach der doppelten Bestrahlungszeit (Dosis = 2 S.-N.) noch nicht die Teinte B, sondern immer noch eine gelbgrüne Färbung. Setzte man die Bestrahlung noch weiter fort, so wurde das Grün zwar erheblich dunkler als das Gelb der Teinte B, aber dieses reine Gelb wurde — wie gesagt — überhaupt nicht erreicht.

Bekanntlich entspricht nun die Teinte B bei mittelweicher Strahlung (5—7 We.) der Erythem-Dosis. Um mich zum Überfluß auch davon wieder einmal zu überzeugen, bestrahlte ich bei einer kleinen Patientin mit Warzen an den Händen drei verschiedene Hautstellen mit der erwähnten kleinen Burgerröhre bei 0,7 M.-A. und 7 We. 6 Min. lang, also genau so lange, wie ich unter den gleichen Betriebsverhältnissen gebraucht hatte, um eine Tablette (in der halben Fokus-Haut-Distanz) bis zur Teinte B zu bestrahlen.

Nach 14 Tagen zeigten alle drei Stellen das gleiche leichte Erythem. Hätte ich die Färbung nun bei dem Lichte der Pohlschen Lampe abgeschätzt, so wäre ich der Meinung gewesen, die Teinte B nach 12 Min., also der doppelten Bestrahlungszeit, noch nicht erreicht zu haben, ich hätte also mindestens 12 Min. bestrahlt, wenn ich die Absicht gehabt hätte, eine Erythem-Dosis zu applizieren, und die Folge wäre eine Dermatitis zweiten Grades mit nachfolgender Hautatrophie gewesen!

Ich kann also vor der Benutzung der Pohlschen Lampe nur dringend warnen und empfehle bis auf weiteres, d. h. bis wir eine künstliche Lichtquelle haben, welche dem diffusen Tageslicht wirklich entspricht, die Abschätzung der Teinte B in der bisher üblichen Weise vorzunehmen.

Ich habe zahlreiche Versuche bei bedecktem und unbedecktem Himmel angestellt und eigentlich immer in der gleichen Zeit die Teinte B erreicht — gleiche Betriebsverhältnisse vorausgesetzt. Natürlich darf man die Abschätzung nicht bei direkt auffallendem Sonnenlicht vornehmen, da es — ebenso wie eine elektrische Glühbirne — viel mehr gelbe und rote Strahlen enthält als das diffuse Tageslicht und infolgedessen die Färbung immer etwas gelber resp. rötlicher erscheinen läßt.

Außerdem ist es empfehlenswert, das Tageslicht zu „filtrieren", durch Milchglasscheiben oder die üblichen Tüll- oder Mullgardinen und die Prüfung am besten nur in den Mittagsstunden vorzunehmen. Dann hat man ein ziemlich konstantes, jedenfalls für die Praxis genügend konstantes Licht.



Über die Charakteristiken von Röntgenröhren und ihre Beziehung zur Härte der Röntgenstrahlen.

Von

Dr. phil. **Helmut Kröncke**, Göttingen.

Einleitung.

Betreibt man eine Röntgenröhre mit Induktor und Unterbrecher, so hängt bekanntlich das Aussehen der Röhre stark von ihrem Härtegrade ab. Weiche Röntgenröhren geben ein kontinuierliches, ruhiges Licht, fast wie Glühbirnen. Härtere Röhren dagegen leuchten unruhig, falls die Belastung nicht geeignet geändert wird, und flackern um so stärker, je höher der Härtegrad steigt. Sie setzen sogar Bruchteile von Sekunden lang ganz aus; und da solche Röhren mit normalen Apparaturen meist nur schwach belastet werden können, steigt in der Regel der Härtegrad schnell so weit, daß die Röhre ganz aussetzt und man womöglich Gefahr läuft, die Röhre durch die hohe angelegte Spannung zu zertrümmern.

Über die Vorgänge, die sich beim Betriebe von Röntgenröhren abspielen, geben nun einige Untersuchungen neues Licht, die von dem Verfasser gelegentlich einer Arbeit über die Messung der Härte und Intensität der Röntgenstrahlen vorgenommen wurden[1]), und über die hier berichtet werden soll. Zunächst ist es jedoch erforderlich, kurz einen Begriff zu erklären, der in den letzten Jahren in der Physik eine immer größere Bedeutung gewonnen hat, nämlich den Begriff der Charakteristik. Die Erklärung dieses Begriffes geschieht am besten an Hand eines Beispieles, zu dem wir den Lichtbogen wählen wollen, etwa den Lichtbogen einer Bogenlampe.

Der Begriff der Charakteristik.

Es ist eine alte Erfahrungstatsache, daß man mit Gleichstrom eine Bogenlampe nur dann dauernd betreiben kann, wenn vor dem Lichtbogen ein Widerstand von geeigneter Größe geschaltet wird. Nehmen wir an, daß zum Betriebe des Lichtbogens 110 Volt zur Verfügung stehen, und daß der Lichtbogen mit I Ampère betrieben wird, so liegt über dem Vorschaltwiderstand W nach dem Ohmschen Gesetz ein Spannungsabfall von $I \times W$ Volt. Die Spannung fällt also über dem Lichtbogen allein um $V = 110 - I \times W$ Volt ab. Ändert man nun den Widerstand W, so ändern sich gleichzeitig I und V, und diese Verknüpfung zwischen Strom und Spannung bei ihrer Änderung bezeichnet man als Charakteristik des Lichtbogens.

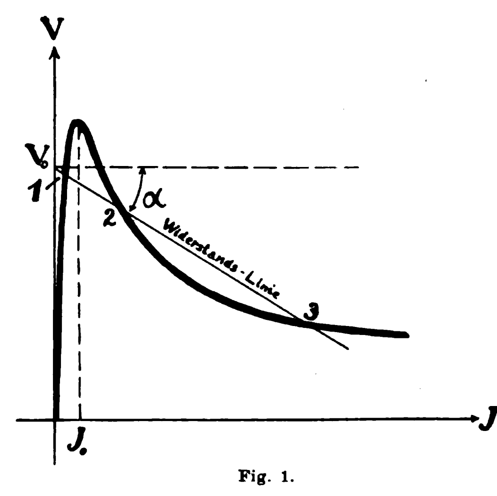


Fig. 1.

Zahlreiche experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, daß die Charakteristik des Lichtbogens die Gestalt der stark ausgezogenen Kurve der Figur 1 hat. Aus dieser Kurve ist also zu entnehmen, welche Spannung unter sonst ungeänderten Verhältnissen zu jedem Werte des Stromes I im Lichtbogen gehört, oder wie die Spannung V über dem Lichtbogen von dem Strome I durch den Lichtbogen abhängt. Die Figur zeigt, daß von einer bestimmten Stromstärke I_0

[1]) Annalen der Physik 43, S. 687, 1914.

ab die Spannung V kleiner wird, wenn der Strom wächst, und zwar ist von hier ab die Kurve mit großer Annäherung eine Hyperbel. Da der Widerstand des Lichtbogens nach dem Ohmschen Gesetz gleich $\frac{V}{I}$ ist, so wird also der Widerstand des Lichtbogens um so kleiner, je größer der Strom I wird.

Man erkennt hieraus, weshalb es nötig ist, vor den Lichtbogen einen Widerstand zu schalten. Ohne einen solchen Widerstand würde nämlich bei einer zufälligen kleinen Vergrößerung des Stromes I der Widerstand des Lichtbogeus abnehmen. Der Strom würde sich infolgedessen weiter vergrößern, wodurch der Widerstand des Lichtbogens wiederum kleiner werden würde. So würde der Strom rapide so stark anwachsen, daß in kurzer Zeit sämtliche Energie, die zur Verfügung stände, erschöpft sein würde.

Im Gegensatz zum Lichtbogen ändert sich der Vorschaltwiderstand nicht mit der Stromstärke. So ist es daher unmöglich gemacht, daß der Strom ins Unermeßliche steigt (er kann ja auf keinen Fall größer werden als $\frac{110}{W}$ Ampère).

Exakten Aufschluß über die Bedeutung der Charakteristik für die Frage nach der Stabilität des Lichtbogens haben zuerst die Untersuchungen von Kaufmann gebracht. Bezeichnet man nämlich in Figur 1 die zur Verfügung stehende Spannung mit V_0 (in unserem Beispiel also 110 Volt) und zeichnet man eine gerade Linie (die „Widerstandslinie") wie in der Figur so, daß tang $\alpha = W$ ist, so hat diese Gerade im allgemeinen drei Schnittpunkte mit der Kurve der Charakteristik gemeinsam, die mit den Zahlen 1, 2 und 3 bezeichnet sind. Die Untersuchungen von Kaufmann haben nun gezeigt, daß unter sehr allgemeinen Voraussetzungen die Betriebszustände, die durch 1 und 3 bezeichnet sind, stabil sind, während der Zustand des Punktes 2 labil ist.

Die Charakteristik des Lichtbogens gestattet also, zu jeder Spannung V_0 und zu jedem Vorschaltwiderstand W sofort die stabilen und labilen Betriebszustände zu ermitteln. Weiterhin kann man aber auch aus der Figur erkennen, wie sich die Betriebsverhältnisse ändern, wenn entweder die Spannung V_0 oder der Vorschaltwiderstand geändert wird. Eine Änderung der Spannung V_0 wird graphisch durch eine parallele Verschiebung der Widerstandslinie; eine Änderung des Widerstandes durch ein Drehen der Widerstandslinie um den mit V_0 bezeichneten Punkt gekennzeichnet. Dabei sind stets die Punkte 1 und 3 stabil, dagegen der Punkt 2 labil.

Besonders interessant werden nun die Verhältnisse gerade auch beim Lichtbogen dann, wenn die Änderungen der Spannung V_0 stetig vor sich gehen, wie es beim Betriebe mit Wechselspannung der Fall ist. Die Untersuchungen von H. Th. Simon und anderen haben gezeigt, daß dann der Punkt 3, der allein hier in Betracht kommt, nicht mehr auf der normalen Charakteristik verläuft, sondern daß Verschiebungen auftreten. Trägt man nun die jeweils zusammengehörigen Werte von Stromstärke und Spannung graphisch auf, so erhält man eine Kurve, wie sie Figur 2 darstellt. Weil solche Kurven die Verhältnisse bei veränderlichem Betrieb darstellen, hat H. Th. Simon dafür die Bezeichnung „dynamische Charakteristiken" eingeführt, im Gegensatz zu den „statischen Charakteristiken" (Fig. 1), die nur bei statischem oder Gleichstrombetrieb der Röntgenröhre in Betracht kommen.

Fig. 2.

Aus den Untersuchungen über die dynamischen Charakteristiken des Lichtbogens haben sich ebenso wie aus den statischen Charakteristiken sehr wichtige Aufschlüsse über die Vorgänge im Lichtbogen ergeben, die zum Teil jetzt in der drahtlosen Telegraphie auch praktische Verwendung gefunden haben.

Es ist deshalb nicht nur rein wissenschaftlich, sondern auch praktisch interessant, die Charakteristiken von Röntgenröhren kennen zu lernen. Die Untersuchungen des Verfassers erstreckten sich nun auf die statischen Charakteristiken, über die bisher noch nichts bekannt war.

Die statischen Charakteristiken von Röntgenröhren.

Wie die Charakteristiken gewonnen wurden, ist ausführlich in der erwähnten Arbeit des Verfassers beschrieben. Es sei hier nur erwähnt, daß durch eine geeignete Anlage ein Betrieb von Röntgenröhren mit Gleichstrom bis zu Spannungen von etwa 35000 Volt ermöglicht wurde. Die Spannungen wurden mit dem Hochspannungsvoltmeter von Abraham & Villard gemessen. Der Vorschaltwiderstand ließ sich bis zu 10 Millionen Ohm verändern. Die benutzten Röhren entstammten den bekanntesten Fabriken und besaßen sämtlich das Luftventil von Heinz Bauer, das sich ausgezeichnet bewährte.

Fig. 3.

Aus den Messungen ergab sich als Typ der statischen Charakteristik der Röntgenröhren die Kurve der Figur 3. Die Kurve fällt von einem Anfangswert V_z der Spannung an zunächst steil ab, erreicht aber bald ein Minimum, um dann allmählich wieder zu steigen. Ganz analog wie beim Lichtbogen kann man sofort aus der Gestalt der Charakteristik schließen, daß man bei schwacher Belastung einer mit Gleichspannung betriebenen Röhre ohne Vorschaltwiderstand unmöglich einen stabilen Betrieb erzielen kann. Ferner nähert sich bei abnehmendem Strom die Spannung einem Grenzwerte V_z. Dies ist folgendermaßen zu verstehen:

Hat man die Röntgenröhre eine Zeitlang im Betrieb gehabt und schaltet sie dann aus, um sofort wieder Spannung anzulegen, so ist eine Spannung V_z erforderlich, um die Röhre wieder zu zünden. Man könnte deshalb die Spannung vielleicht als „Zündspannung" bezeichnen. Je längere Zeit man nach dem Ausschalten der Röhre verstreichen läßt, ehe man wieder Spannung anlegt, eine desto höhere Spannung ist nötig, um die Röhre in Betrieb zu setzen; und zwar geht dies Anwachsen der Zündspannung anfangs sehr schnell vor sich, bis nach etwa einer Stunde die Spannung auf einen Wert gestiegen ist, der erheblich größer ist, als V_z. Die Verhältnisse liegen zwar nicht bei allen Röhren gleich, aber bei einzelnen der untersuchten Röhren genügte unter Umständen trotz einer Zündspannung V_z von 25000 Volt eine Spannung von 45000 Volt nicht, um die Röhre zu zünden. Eine Zündung der Röhre konnte dann nur dadurch erzielt werden, daß sie regeneriert wurde, oder, was der Verfasser auch gelegentlich anwandte, daß die Röntgenröhre vorsichtig erwärmt wurde. Es zeigte sich nämlich, daß die zur Zündung einer seit längerer Zeit unbenutzten Röhre erforderliche Spannung um so größer ist, je kälter die Röhre ist.

Es sei gleich hier bemerkt, daß man im allgemeinen bei Induktorbetrieb einer Röntgenröhre einen solchen Einfluß der erhöhten Zündspannung nicht beobachten kann, weil ein Induktor derartig hohe Spannungen erzeugt, daß ähnliche Erscheinungen nur bei sehr harten Röhren auftreten können. Hier sind sie aber durchaus bekannt, wenn auch gelegentlich falsch gedeutet. So scheinen manche Röntgenröhren dadurch härter zu werden, daß man sie einige Zeit ruhen läßt. Diese Erscheinung ist sicher fast stets durch die Steigerung der Zündspannung zu erklären.

Bei Änderung des Härtegrades einer Röntgenröhre ändert sich die Lage der Charakte-

ristik in einer Weise, die in der Fig. 4 dargestellt ist. Hier sind drei Charakteristiken einer Bauerröhre bei drei verschiedenen Härtegraden gezeichnet, und zwar entspricht die Kurve III der größten Härte der Röhre. Die verschiedene Lage der Charakteristiken erklärt sich allein aus den verschiedenen Graden des Vakuums: je geringer der Gasdruck in der Röntgenröhre ist, um so höher rückt die Charakteristik.

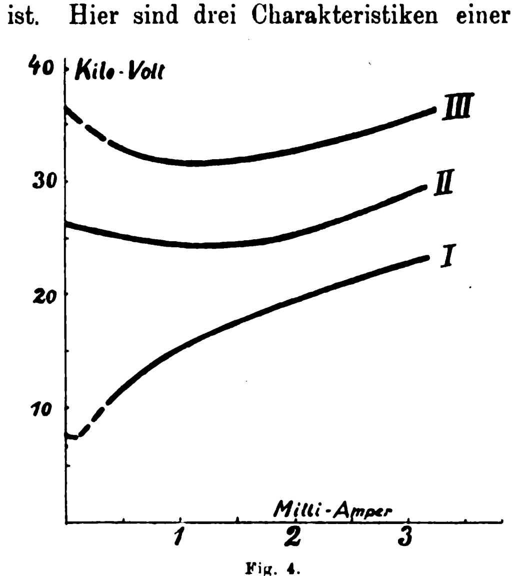


Fig. 4.

Der Typ der Charakteristiken war bei allen untersuchten Röhren derselbe. Im einzelnen kamen jedoch nicht unerhebliche Abweichungen vor, die wohl vor allem aus der Bauart der Röhren zu erklären sein dürften. Denn es ist schon seit längerer Zeit bekannt, welchen großen Einfluß z. B. die Lage der Kathode am Kathodenhalse hat.

Folgerungen[1]).

Aus den Charakteristiken ergibt sich, daß zum Betriebe weicher Röntgenröhren keine erheblichen Zündspannungen V_z erforderlich sind. Als günstigste Apparatur würde demnach eine solche erscheinen, die zwar keine außerordentlich hohen Spannungen, aber dafür um so größere Energie liefert. Zum Betriebe einer weichen Röntgenröhre ist daher ein Funkeninduktor von sehr großer Schlagweite wenig geeignet, da hier der Nutzeffekt sehr gering werden muß. Ein Gleichrichterapparat, der ja verhältnismäßig niedrige Spannungen gibt, aber diese für den größten Teil der Periode, ist da bedeutend vorteilhafter. Ebenso würde auch ein großer Funkeninduktor nicht ungünstig sein, der ein kleines Übersetzungsverhältnis hat und daher große sekundäre Stromstärke erzielen läßt.

Ganz das Gegenteil ist bei harten Röntgenröhren der Fall. Hier ist die Zündspannung sehr groß, und wenn die verwendete Apparatur nicht sehr hohe Spannungen zu liefern vermag, so zündet die Röhre nicht regelmäßig und flackert daher. Deshalb ist zum Betrieb sehr harter Röntgenröhren ein Funkeninduktor von großer Schlagweite am besten geeignet; solche Röhren wird man mit einem Gleichrichter-Apparat, dessen Transformator nicht ein außerordentlich großes Übersetzungsverhältnis hat, kaum betreiben können. Auch ist an den Charakteristiken sofort zu erkennen, daß die noch jetzt vielfach erhobene Behauptung nicht zutrifft, zum Betriebe von Röntgenröhren wären kleine Induktoren ausreichend. Mit einem kleinen Induktor ist es unmöglich, harte Röntgenröhren ohne Flackern und Aussetzen zu betreiben. Eine Apparatur, die bei ökonomischem Arbeiten für Röhren aller Härtegrade zu gebrauchen sein sollte, würde daher am besten aus einem Gleichrichterapparat für weiche und mittlere Härtegrade bestehen, und aus einem Induktor von großer Schlagweite für harte Röhren.

Wenn beim Betriebe einer Röntgenröhre Flackern auftritt, so läßt sich das nur dadurch beseitigen, daß die Sekundärspannung des verwandten Induktors gesteigert wird, entweder durch Vergrößerung der Belastung oder durch Wahl eines geeigneten Unterbrechers, oder aber, wenn dies nicht mehr möglich ist, dadurch, daß man die Röhre regeneriert. Auch dies ist eine bekannte Erfahrung: ganz allgemein kennzeichnet man das Flackern von Röntgenröhren als Unterbelastung.

---

[1]) Diese Folgerungen würden zum Teil nur im Fall des Gleichstrombetriebes von Röntgenröhren gelten. Nach Analogie des Lichtbogens dürften aber die hier gezogenen Schlüsse ebensogut bei Induktor- oder Gleichrichterbetrieb zutreffen.



Belastung der Röntgenröhre und Härte der Strahlen.

Es ist eine alte Streitfrage, ob sich die Härte einer Röntgenstrahlung ändert, wenn die Belastung der Röhre geändert wird. Hier ist zunächst zu bemerken, daß in der erwähnten Arbeit des Verfassers nachgewiesen ist, daß bei reinem Gleichstrombetrieb einer Röntgenröhre die Härte der Strahlen ebenso wie ihre Verteilung im Röntgenstrahlenspektrum allein von der Spannung abhängt, die die Röntgenstrahlen erzeugt. Beim Betrieb einer Röntgenröhre mit pulsierendem Gleichstrom, wie er in der Praxis allein in Frage kommt, werden nun die Verhältnisse dadurch komplizierter, daß der Spannungsverlauf, von dem die Härte der Röntgenstrahlen abhängt, wahrscheinlich bei verschiedenen Betriebsarten verschieden ist. Genaueres ist allerdings hierüber nicht bekannt.

Nun steigt aber beim Betrieb einer Röntgenröhre mit reinem Gleichstrom die Spannung an der Röhre und daher auch die Härte der Strahlen nicht ohne weiteres mit wachsender Strombelastung, da ja die Charakteristik zunächst fällt. So ist es auch bei Gleichstrombetrieb sehr wohl möglich, bei verschiedenen Belastungen der Röhre und auch bei verschiedenen Graden der Luftverdünnung dieselbe Spannung an der Röhre und damit denselben Härtegrad der Röntgenstrahlen zu erhalten.

Betreibt man dagegen eine Röntgenröhre mit pulsierendem Gleichstrom, so ändert sich stets mit der Belastung auch der Verlauf der Spannung. Dieser würde nur dann konstant bleiben, wenn die Charakteristiken parallele Geraden zur I-Achse wären. Streng genommen muß sich daher die Härte der Strahlen stets mit der Belastung ändern. Andererseits wird aber, wie die Charakteristiken erkennen lassen, die Stärke der Änderung der Härte mit der Belastung durchaus davon abhängen, wie groß der Gasdruck in der Röhre und die Stromstärke ist. Es ist daher sehr wohl denkbar, daß bei einer ziemlich starken Änderung der Belastung der Röhre nur eine minimale Änderung der Strahlenhärte eintritt, und zwar ist dies gerade bei den vielfach üblichen geringen Belastungen von 1—3 Milliampère zu erwarten, da ja hier die Charakteristiken nahezu horizontal verlaufen.

Gleichstrombetrieb von Röntgenröhren.

Bei reinem Gleichstrombetrieb von Röntgenröhren ist, wie bereits erwähnt, zu beachten, daß bei geringer Belastung die Röntgenröhre nicht ohne Vorschaltwiderstand betrieben werden kann. Diese Erfahrung ist auch schon vielfach gemacht, freilich ohne daß immer der Grund für die mangelnde Stabilität erkannt war. Wenn man nämlich eine Röntgenröhre mit einer Influenzmaschine betreibt, und wenn diese Röhre nicht sehr weich ist, ist es ohne genügend großen Vorschaltwiderstand unmöglich, stabilen Betrieb zu erzielen. Da nämlich eine Influenzmaschine nicht imstande ist, erhebliche Energiemengen zu liefern, so werden sich die überhaupt möglichen Betriebszustände immer nur bei kleinen Werten des Stromes I, also im fallenden Teil der Charakteristik abspielen; und hier ist, wie oben am Beispiel des Lichtbogens ausgeführt wurde, stabiler Betrieb nur dann möglich, wenn die Charakteristik von einer noch stärker fallenden Widerstandslinie geschnitten wird. Man erkennt gleichzeitig, daß bei Verwendung einer Influenzmaschine ein um so größerer Vorschaltwiderstand vor der Röntgenröhre zu benutzen ist, je härter die Röhre ist. Daraus folgt, daß die Verwendung von Influenzmaschinen zum Betrieb von technischen Röntgenröhren mit Gleichstrom nicht günstig ist, da natürlich in dem Vorschaltwiderstand erhebliche Energie verloren geht. Betreibt man aber eine Röntgenröhre mit Influenzmaschine ohne Vorschaltwiderstand, so erhält man unterbrochenen Gleichstrom, ähnlich wie mit dem Induktor oder dem Gleichrichter.

Wissenschaftliches Laboratorium der Dr. C. Schleußner A. G. in Frankfurt a. M.

Empfindlichkeitssteigerung der Quecksilberoxalatlösung für das Schwarzsche Fällungsradiometer.

Von

Dr. **Lüppo-Cramer.**

Gottwald Schwarz beschrieb 1906[1]) eine Methode, die Röntgenstrahlenenergie mittels des Ederschen Quecksilberoxalat-Aktinometers zu bestimmen. Inzwischen sind wichtige Arbeiten über die photochemische Zersetzung des Quecksilberoxalates, die sog. Edersche Flüssigkeit, erschienen, die von großer Bedeutung auch für die Anwendung dieser Lösung bei der Dosierung der Röntgenstrahlen sein dürften.

Von mehreren Forschern war festgestellt worden, daß verhältnismäßig geringe Mengen besonders von Eisensalzen die photochemische Zersetzung des Quecksilberoxalates enorm beschleunigen. Chr. Winther ging sogar so weit, anzunehmen, daß reine, ganz eisenfreie Edersche Flüssigkeit praktisch unempfindlich sei gegen die Wirkung des Lichtes. In einer unlängst erschienenen Arbeit: „Über die Lichtempfindlichkeit reiner Quecksilberverbindungen"[2]) hat nun allerdings I. M. Eder die Ansicht Winthers richtiggestellt und an sicherlich einwandfrei reinen Präparaten nachgewiesen, daß ein Eisengehalt zur Weckung der Lichtempfindlichkeit der Quecksilberoxalatlösung zwar nicht erforderlich ist, daß aber andererseits in der Tat ein sehr geringer Zusatz von Eisensalz die Empfindlichkeit der Lösung für gewöhnliches und ultraviolettes Licht um das 100- bis 120fache zu steigern imstande ist. Man setzt die Aktinometerlösung folgendermaßen zusammen:

2 Volumina einer 4%igen Lösung von Ammoniumoxalat werden mit 1 Volum 5%iger Sublimatlösung gemischt. Zu je 100 ccm dieser Mischung fügt man 25 mg Eisenchlorid. Da die Anfangswirkung bei der Ederschen Flüssigkeit dadurch etwas verzögert wird, daß sich erst dann sichtbar Kalomel abscheidet, wenn die Lösung damit gesättigt ist, so nimmt man eine kurze Vorbelichtung zu Hilfe. Man setzt die Lösung einige Augenblicke dem Tageslichte aus, bis sie sich eben trübt und filtriert dann ab. Die Lösung ist im Dunkeln vollkommen beständig.

Wie der Verfasser feststellte, ist die mit Eisenchlorid versetzte Quecksilberoxalatlösung auch in ganz außerordentlich gesteigerter Weise empfindlich gegen die Röntgenstrahlen, so daß die neue Modifizierung der Ederschen Flüssigkeit auch eine wesentliche Verbesserung der Schwarzschen Röntgenstrahlendosierungsmethode mittels des Fällungsradiometers darstellt.

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Bonn (Direktor Prof. von Franqué).

Über Beckenmessung mit Röntgenstrahlen: die Fernaufnahmen und der Kehrer-Dessauersche Beckenmeßstuhl.

Von

Dr. **Heinrich Martius,** Assistent der Klinik.

(Hierzu Tafel XXX, Fig. 1—4.)

Die Versuche röntgenologischer Beckenmessung sind ebenso alt wie die Röntgenphotographie des Beckens überhaupt. Schon zu einer Zeit, als noch jede gut gelungene Beckenaufnahme veröffentlicht wurde, reizte es, die X-Strahlen der Beckenmessung dienstbar zu machen.

[1]) Wiener klin. Wochenschr. 1906, Nr. 22; Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. XI.

[2]) Zeitschr. f. wiss. Photogr., Bd. XIV (1914), S. 172.

Man erkannte aber bald, daß die gewöhnlichen Beckenbilder wegen der starken Verzeichnung sich für eine exakte Messung nicht eigneten.

Die Fortschritte der Röntgentechnik führten immer wieder zu dem Wunsche zurück, das Becken vermittelst von Röntgenaufnahmen auszumessen, und es entstand eine große Anzahl von den verschiedensten Meßmethoden, die aber fast alle nur Enttäuschungen und Mißerfolge brachten. Die Geschichte dieser Methoden hat Heynemann (1) kürzlich zusammengestellt.

Sie entwickelte sich so, daß man zuerst versuchte, aus den gewöhnlichen Übersichtsaufnahmen des Beckens durch Umrechnung oder dergleichen die wahren Maße zu bestimmen. Dies führten zuerst Pinard und Varnier (2) (1897) durch, indem sie die Bilder von Skelettbecken mit den Bildern der klinisch zu untersuchenden Becken verglichen und aus den bekannten Maßen der ersteren die Maße der letzteren berechneten.

Durch reine mathematische Umrechnung bemühten sich Levy und Thumin (3) (1897) die wahren Beckenmaße aus den stark verzeichneten Bildern abzuleiten. Dazu mußten sie den Beckeneingangswinkel kennen, dessen Bestimmung praktisch nicht ausführbar ist.

Von da an entwickelten sich die Meßmethoden nach zwei ganz verschiedenen Richtungen hin.

Die einen (Albert (4), Wormser (5), Pfahler (6), Ridell) (7) gingen darauf aus, Beckenbilder herzustellen, die die Durchmesser wenigstens des Beckeneingangs von vornherein möglichst frei von Verzeichnungen zur Anschauung bringen sollten und stellten zu diesem Zweck die Beckeneingangsebene parallel der Röntgenplatte ein. Dabei blieb aber die Verzeichnung durch die zentrale Projektion bestehen. Letztere versuchte Wormser durch mathematische Umrechnung herauszubringen, während Fabre und Fochiers (8) (1899) so vorgingen, daß sie einen Metallrahmen mit Zacken von bestimmter Entfernung parallel und in gleicher Höhe mit dem Beckeneingang einstellten und mit photographierten. Sie schlossen dann von den Metallzacken, die auf der Röntgenplatte in derselben Weise wie das Beckenbild verzeichnet sein mußten, auf den Grad der Verzeichnung der Beckendurchmesser.

Der Meßmethode von Marie und Cluzets (9) (1900) liegt das gleiche Prinzip, der von Bouchacourts (10) (1900) ein ähnliches zugrunde.

Die praktische Verwertbarkeit aller dieser „Rahmenmethoden" scheiterte an der Unmöglichkeit, den Metallrahmen genau in der Beckeneingangsebene einzustellen.

Die genannten Methoden können alle als Vorläufer der Heynemannschen Fernaufnahme angesehen werden.

Einen ganz anderen Weg röntgenologischer Beckenmessung schlug Manges (11) in Philadelphia ein, der als erster auf die Idee kam, eine Fremdkörperlokalisationsmethode zur Beckenmessung zu verwenden. Wenn man die Endpunkte der einzelnen Beckendurchmesser im Raume als Fremdkörper bestimmt, so hat man mit der Entfernung der beiden Punkte das gewünschte Beckenmaß. Zu diesem Zwecke kann das Becken in jeder beliebigen Lage aufgenommen werden, wenn nur das Bild eine genügend exakte Bestimmung der Durchmesserendpunkte erlaubt.

Manges benutzt das Kreuzfadenverfahren von Mackenzie-Davidson für seine Methode und stellt von dem zu messenden Körperteil zwei Aufnahmen mit verschiedener Röhrenstellung her. Die Strahlenbündel der beiden Aufnahmen werden durch Fadenpaare gewissermaßen nachgebildet, so daß die Kreuzungspunkte der Fäden die gesuchten Punkte im Raume direkt darstellen.

Von Manges angeregt, stellte Haenisch (12) einen Beckenmeßapparat zusammen, der aus einem stereoskopischen Röntgenapparat, einem Spiegelstereoskop und einem Fremdkörperlokalisationsapparat von Mackenzie-Davidson besteht. Das Stereoskop dient zum Auffinden der zu messenden Punkte. Auch Heynemann konstruierte sich mit einem gewöhnlichen Lambertstativ einen Meßapparat, der genau dasselbe Prinzip verfolgt.

Als Gipfelpunkt dieser Art der Beckenmessung muß der Kehrer-Dessauersche Apparat angesehen werden.

Die Fernaufnahmen stellen dagegen das letzte Glied derjenigen Bemühungen dar, die das Bild des Beckeneingangs möglichst ohne Verzeichnung einer direkten Messung auf der Röntgenplatte zugänglich machen sollen.

In Anlehnung an die Fernaufnahmen des Herzens hat sie Heynemann als erster in Anwendung gebracht und schreibt ihnen einen nicht unerheblichen Wert zu.

Wir hatten auf seine Publikationen hin bereits im vorigen Jahre begonnen, Beckenfernaufnahmen anzufertigen, als uns von den Veifa-Werken der Kehrer-Dessauersche Meßapparat für Versuche in bereitwilligster Weise zur Verfügung gestellt wurde. So konnten wir vergleichende Untersuchungen mit diesen beiden prinzipiell ganz verschiedenartigen Beckenmeßmethoden anstellen und waren in der Lage, die praktische Brauchbarkeit des einen Verfahrens an dem anderen zu prüfen.

Folgende Fragen legten wir unseren Untersuchungen zugrunde:

1. Welche Genauigkeit besitzt das Kehrer-Dessauersche Meßverfahren?
2. Wie groß ist die Verwendbarkeit desselben für Beckenmessungen zu wissenschaftlichen und praktisch-geburtshilflichen Zwecken?
3. Liefern die Beckenfernaufnahmen trotz ihrer Fehlerquellen praktisch brauchbare Maße?
4. Wo liegen die Grenzen der Verwendbarkeit der Fernaufnahmen des Beckens in der Geburtshilfe?

Zugleich mußte dabei die Frage aufgeworfen werden, ob die Röntgenmessung des Beckens für die Geburtshilfe überhaupt von Bedeutung ist. Daß sie bisher gering im Ansehen stand, kann an der Mangelhaftigkeit der Methoden gelegen haben. Für die Praxis muß man von einer Beckenmeßmethode die allergrößte Einfachheit und annähernd genaue Meßresultate verlangen. Eine bis auf Bruchteile von Millimetern genaue Größenbestimmung der Beckendurchmesser ist unnötig, da der Geburtsverlauf ebensosehr von der Größe des kindlichen Kopfes abhängt, die sich auch mit der Röntgenmessung nicht feststellen läßt.

Für wissenschaftliche Zwecke dagegen, zur Erklärung pathologischer Geburten und Ausmessung abnormer Beckenformen kann eine sehr große Genauigkeit von Nutzen sein.

Für die praktische Geburtshilfe kommt hauptsächlich das Maß der Konjugata vera in Betracht, daß sich aber durch direkte Messung, z. B. nach Bylicki genau genug feststellen läßt. Man wird also in praxi nur ziemlich selten das Bedürfnis nach einer noch ausgiebigeren röntgenologischen Beckenmeßmethode verspüren, es sei denn, um die innere Untersuchung einzuschränken.

Es ist ein erstrebenswertes Ziel, daß die Frauen schon während der Schwangerschaft zum Arzte gehen, um sich untersuchen zu lassen. Dies wird sich vielleicht um so leichter einbürgern, je mehr die innere Untersuchung durch ein sicheres und einfaches Beckenmeßverfahren durch Röntgenstrahlen ersetzt werden kann.

Wie sich die neuen Methoden der Beckenmessung mit X-Strahlen zu all diesen Fragen verhalten, soll in folgendem erörtert werden.

Wir haben zu diesem Zwecke außer zahlreichen Messungen mit einer der beiden Methoden fünf Skelettbecken und 21 Becken teils schwangerer, teils nicht schwangerer Frauen, sowohl mit Fernaufnahmen als auch nach Kehrer-Dessauer photographiert und ausgemessen.

I.

Der Kehrer-Dessauersche Beckenmeßapparat.

Der Beckenmeßstuhl wurde von Kehrer und Dessauer (13) auf dem letzten Gynäkologenkongreß in Halle demonstriert und in der Münchener medizinischen Wochenschrift ausführlich



beschrieben. Außerdem hat Alwens (14) eine genaue Schilderung des Apparates veröffentlicht. In diesen beiden Arbeiten finden sich auch Abbildungen, die die einzelnen Teile des Meßstuhles deutlich erkennen lassen.

Es sei hier schon erwähnt, daß Alwens die Kehrer-Dessauersche Methode für die Größenbestimmung des Herzens in Anwendung gebracht hat. Für die Herzmessung und auch für die Messung anderer Organe (Magen, Niere usw.), und schließlich für die Fremdkörperlokalisation scheint der Apparat sogar eine vielleicht noch größere Bedeutung als für die Beckenmessung zu besitzen.

Die Dresdener Klinik (s. a. Kreiß, Röntgenkongreß, Berlin 1914) hat die Meßstuhlmessungen auf die Konjugata vera beschränkt und kommt zu dem Resultat, daß die Messung auf Millimeter genau ist, wenn Promontorium und Symphyse deutlich auf den Platten zu sehen sind. Die Meßmethode an sich ist theoretisch absolut genau, praktisch aber dadurch, daß der Röhrenfokus nicht ganz scharf ist, um etwa $^1/_2$ mm ungenau.

Als bedauerlicher Umstand bei der Beurteilung der Methode wird von Kehrer der hohe Preis des Apparates und die Unmöglichkeit bezeichnet, abgesehen von den ersten vier Lunarmonaten in der Schwangerschaft mit Sicherheit genügend gute Röntgenbilder herzustellen.

In den letzten Wochen der Gravidität ist es Kehrer bei 20 Versuchen nur fünfmal gelungen, meßbare Röntgenplatten zu gewinnen.

Der Meßapparat ist stuhlartig gebaut. Unterhalb der Sitzfläche befindet sich eine Vorrichtung zum Auswechseln sowohl der Kassetten untereinander, als auch der Kassetten mit einem Rahmen, der die entwickelten Platten aufnimmt und genau wieder an die Stelle bringt, an der sie sich bei der Aufnahme befanden. Ein Leuchtkasten unterhalb des Stuhles ermöglicht die Besichtigung der Platten in dem Apparat.

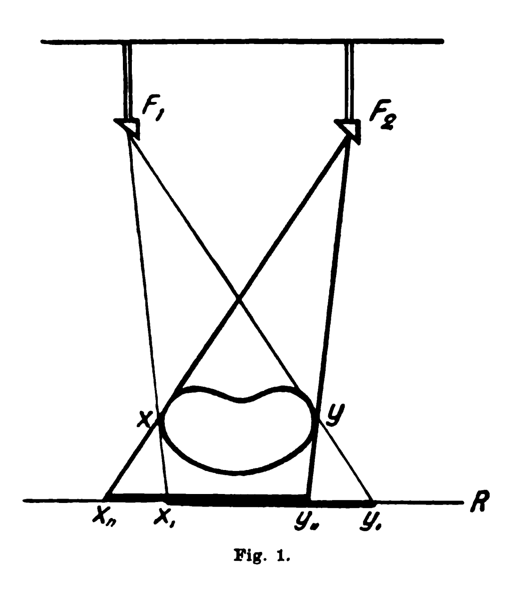


Fig. 1.

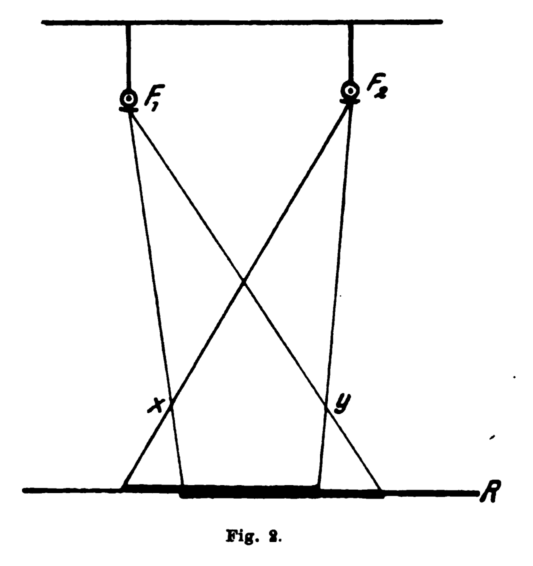


Fig. 2.

Mit dem Stuhl ist ein Galgen verbunden, dessen horizontaler Balken eine in Zentimeter eingeteilte Schiene trägt, an der die Röhre verschiebbar angebracht ist. Außerdem befindet sich an dem Querbalken eine Vorrichtung zur Zentrierung der Röhre. Der Röhrenhalter wird nach den Aufnahmen mit dem Fadenträger ausgewechselt. Letzterer besteht aus zwei kleinen Balken, die an ihrem freien Ende kleine Rollen für die Fadenpaare tragen. Die Fadenträger lassen sich so einstellen, daß ihre Enden sich genau an derselben Stelle befinden, wie die Fokalpunkte der Röntgenröhre bei den beiden Aufnahmen. Die freien Enden der Fäden sind mit Stiften an flachen Gewichten befestigt, mit denen man sie auf jeden Punkt der Platte einstellen kann.

Der Methode liegt folgendes Prinzip zugrunde: Von dem zu messenden Körperteil werden zwei Aufnahmen von verschiedener Röhrenstellung aus gemacht.

Wenn R (Fig. 1) die Platte und F der Brennpunkt der an einer Schiene verschiebbaren Röhre bei der ersten Aufnahme ist, so bekommt man von der zu messenden Strecke XY, z. B. der Transversa major eines Beckens auf der Platte das Schattenbild X,Y,. Für die zweite Aufnahme wird die Röhre von F_1 nach F_2 verschoben, so daß man auf der Platte von derselben Strecke XY das Bild X,, Y,, bekommt.

Wenn man nun (Fig. 2) die Endpunkte des ersten Schattenbildes auf der entwickelten und wieder an dieselbe Stelle gebrachten Platte durch Fäden mit dem Punkt, der dem Fokus der Röhre bei der ersten Aufnahme entspricht, verbindet, so müssen die reellen Punkte im Raum irgendwo im Verlauf der Fäden liegen.

Spannt man dann ebenfalls Fäden von dem zweiten Brennpunkt F_2 zu den entsprechenden Punkten des zweiten Schattenbildes, so müssen sich die beiden Fadenpaare kreuzen, und die Kreuzungspunkte sind mit absoluter Genauigkeit die anatomischen Punkte im Raum, deren Entfernung man zu messen wünscht.

Es machen also die Fadenpaare den Verlauf der Röntgenstrahlen bei den beiden Aufnahmen nach.

Technik des Kehrer-Dessauerschen Verfahrens.

Die Aufnahmetechnik ist folgende: Die Frau kommt bequem auf dem Meßstuhl zu sitzen. Dabei ist eine genaue Einstellung der Beckeneingangsebene unnötig, worin einer der größten Vorteile der Methode liegt. Die Linie des Promontoriums kommt allerdings am besten heraus, wenn die Frau möglichst steil sitzt. Bessere Platten bekommt man besonders bei Schwangeren, wenn die Patientin mehr liegt, da dann die zu durchschlagende Weichteilschicht geringer ist. Wir lassen deshalb die Frau meistens in halb sitzender Stellung auf dem Meßstuhl Platz nehmen.

Wichtig ist, daß die Oberschenkel flach aufliegen. Um zu vermeiden, daß die Patientin sich zwischen den beiden Aufnahmen bewegt, spannen wir ihr ein Handtuch, das an der Stuhllehne festgebunden wird, über den Leib.

Die Röhre wird zwischen den beiden Aufnahmen um 24 cm verschoben.

Brauchbare Platten am Ende der Schwangerschaft bekamen wir erst, nachdem die Veifawerke eine ausziehbare Blende (—) konstruiert hatten (von 19 cm Durchmesser), die direkt bis auf die Bauchdecken gesenkt wird. Der Röhrenabstand von der Platte beträgt 86 cm.

Zu den Aufnahmen haben wir den Reformapparat der Veifawerke und Müller-Rapidröhren benutzt unter Anwendung einer Gehlerfolie. Bei einer Röhrenhärte von etwa 5—6 Benoist wurde im Durchschnitt 20 Sekunden belichtet. Bei Schwangeren steigerten wir den Härtegrad der Röhre nur wenig und belichteten doppelt oder dreifach so lange. Mit noch härteren Röhren und noch längerer Belichtung kamen wir nicht weiter, was aus der starken Sekundärstrahlung in der dicken Gewebs- und Fruchtwasserschicht zu erklären ist. Da liegen die Grenzen, die unseren Bemühungen bei dem jetzigen Stand der Röntgentechnik noch gesetzt sind.

Die Messung der Platten machen wir so, daß wir beide Platten zusammen mit dem Rahmen in den Apparat einlegen, nachdem wir uns vorher die zu messenden Punkte auf der Glasseite markiert haben.

Dann werden die Meßpunkte von oben her mit den Fadenpaaren visiert und die Entfernung der Kreuzungspunkte der Fäden mit einem gewöhnlichen Zollstock gemessen. Auf diese Weise wird nacheinander jeder beliebige Beckendurchmesser bestimmt.

Die Messung ist leicht nnd in wenigen Minuten durchführbar, wenn die Platten so gut sind, daß die Auffindung der Meßpunkte keine Schwierigkeiten macht.



Die beiden Aufnahmen mit Zentrierung der Röhre, Lagerung der Frau, Auswechslung der Kassetten usw. nehmen ungefähr 25 Minuten in Anspruch.

Eine sehr große Genauigkeit in der Aufnahmetechnik ist notwendig, da die geringsten Fehler zur Folge haben, daß die Fäden sich nicht genau kreuzen, wodurch eine genaue Messung unmöglich wird. Aufnahmefehler führen also meistens dazu, daß die Messung überhaupt unmöglich ist, wodurch man vor falschen Resultaten geschützt ist.

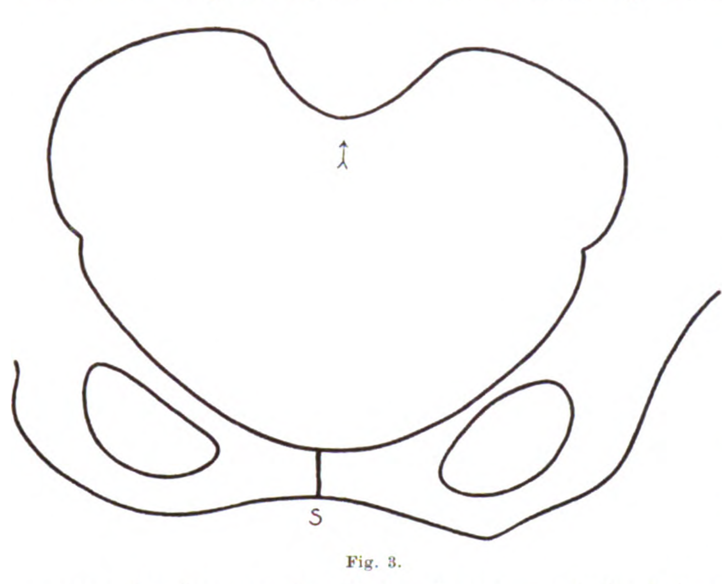


Fig. 3.

Um zu prüfen, welche Genauigkeit der Methode innewohnt, haben wir zunächst fünf Skelettbecken aufgenommen. Es war eine Leichtigkeit, zu zeigen, daß die Meßresultate bis auf Bruchteile von Millimetern genau ausfallen, wenn man auf den sehr klaren Skelettbildern die Entfernung der markantesten Beckenpunkte maß. So gelang es z. B. die schrägen und queren Durchmesser des Beckeneingangs und die Interspinallinie genau zu bestimmen, aber auch alle anderen Dimensionen des Beckens, deren Begrenzungspunkte einwandfrei auf beiden Platten zu bestimmen waren.

Bei der Messung der Konjugata vera entstanden zuerst Schwierigkeiten. Auf der geschwungenen und verzeichneten Linie des Promontoriums mißlang es oft, festzustellen, welche Punkte auf den beiden Platten zusammengehörten. Durch falsches Ansetzen kamen nicht unerhebliche Fehler vor.

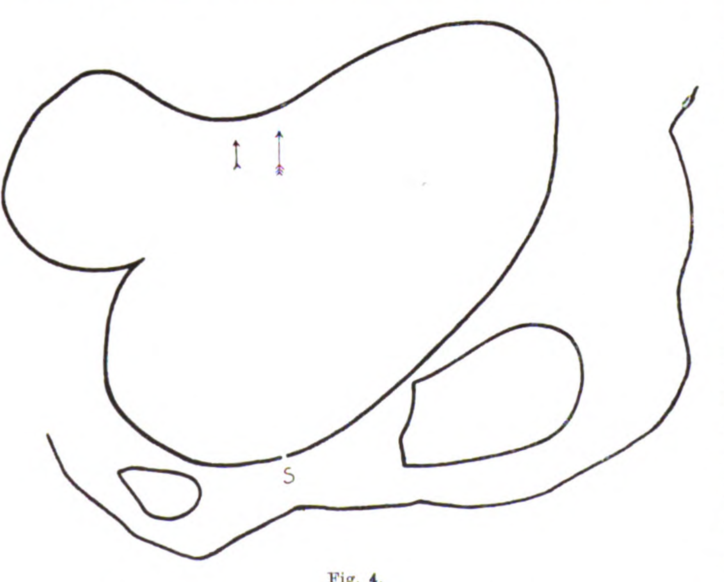


Fig. 4.

Aus Fig. 3 und 4 geht das Gesagte leicht hervor. Die Bilder sind so hergestellt, daß mit einer Lampe das Schattenbild eines Skelettbeckens einmal senkrecht (Fig. 3) und einmal mit seitlich verschobener Lampe (Fig. 4) an die Wand geworfen und nachgezeichnet wurde. In der ersten Figur läßt sich ohne weiteres sagen, welcher Punkt der Promontoriumlinie dem Endpunkt der geburtshilflichen Konjugata vera entspricht, nämlich der am meisten in das Beckenlumen vorspringende. Auf dem verzeichneten Bild kommt man jedoch in Verlegenheit, wo man in der unregelmäßig geschwungenen Bogenlinie den entsprechenden Punkt hinlegen soll. Er ist in der Figur mit dem Doppelpfeil bezeichnet, während man ihn wohl eher an der mit dem einfachen Pfeil bezeichneten Stelle vermuten würde. Noch schwieriger ist es, in den Figuren der Sitzbeinknorren die Endpunkte der Distantia tuberum zu bestimmen. Bei der Messung der Konjugata vera haben wir uns so geholfen, daß wir das Promontorium

auf der Verbindungslinie zwischen den Dornfortsätzen der Wirbel und der Symphyse ansetzten.

Noch besser ist folgender Ausweg. Man macht die eine Aufnahme so, daß sich die Röhre möglichst senkrecht über der Körpermittellinie der Frau befindet. Auf dieser Platte ist der Meßpunkt für das Promontorium ohne weiteres zu finden. Auf der zweiten Platte ist dann allerdings die Linie des Promotoriums, nachdem die Röhre um 24 cm verschoben ist, um so mehr verzeichnet. Man braucht auf ihr aber nur den Fadenstift so lange zu verschieben, bis die beiden Faden sich kreuzen und kann auf diese Weise den anderen Meßpunkt indirekt bestimmen.

Nach den Skelettmessungen gingen wir dazu über, die Methode praktisch in Anwendung zu bringen. Wir haben eine große Anzahl von Wöchnerinnen und Schwangeren meist mit pathologischen Beckenformen aufgenommen und gemessen.

In der Tabelle (S. 613) sind nur diejenigen aufgezählt, bei denen gleichzeitig Fernaufnahmen angefertigt wurden. Bei den Messungen beschränkten wir uns nicht nur auf die Durchmesser des Beckeneingangs, sondern versuchten auch alle anderen Beckendimensionen zu bestimmen.

Wie weit sich die Messung durchführen läßt, kann man am besten an Beispielen darstellen. Deshalb folgen hier zunächst die bei einem normalen und einem Spaltbecken gewonnenen Zahlen.

Normales Becken im Wochenbett nach spontaner Geburt aufgenommen. Äußere Maße: 20, 28, 30.

Meßstuhlmaße:

Konjugata vera	11,6 cm,
Transversa major	13,9 „ ,
Linea interspinosa	11,6 „ .

Spaltbecken: Wegen Prolaps auf der gynäkologischen Station. Äußere Maße: 20, 26,5; 28,5; 32.

Meßstuhlmaße:

Transversa major	14,5 cm,
Größe des Spaltes	5,3 „ ,
Linea interspinosa	11,2 „ ,
Distantia tuberum	12,5 „ ,
Pars sacralis der Seitenbeckenbeine	6,7 „ ,
Pars iliaca und Pars pubica	11,5 „ ,
Entfernung der Spina ischiadica vom Sakralzapfen beiderseits	5,5 „ ,
Größte Breite des Kreuzbeines (Entfernung der beiden Iliosakralgelenke in der Terminallinie)	10,7 „
Senkrechte Entfernung des Promontoriums von der Terminallinie	4 „ .

Der Fall von Spaltbecken ist vor kurzem von Prof. v. Franqué (15) ausführlich mitgeteilt worden.

Da uns damals der Dessauersche Apparat noch nicht zur Verfügung stand, konnten die einzelnen Dimensionen des Beckens nur schätzungsweise nach einer gewöhnlichen Übersichtsaufnahme angegeben werden.

Das Kehrer-Dessauersche Verfahren ist das erste, das uns in die Lage versetzt, beim Lebenden fast alle Beckenmaße zu gewinnen. Wir konnten bei dem Spaltbecken die Fragen, die das Größenverhältnis der einzelnen Beckenabschnitte anbetrifft, fast ausnahmslos zahlenmäßig beantworten.

Nicht nur die Breite des Beckeneingangs, die Größe des Spaltes, die Entfernung der Sitzbeinstachel und Sitzbeinknorren, sowie die größte Breite des Kreuzbeins konnte gemessen



werden; es war auch möglich festzustellen, wie hoch das Promontorium oberhalb der Terminallinie (4 cm) lag; ferner wie groß die Öffnung der Incisurae ischiadicae war. Sie betrug 5,5 cm, war also nicht verkleinert, was bei Spaltbecken höheren Grades als charakteristisch gilt.

Von den einzelnen Teilen der Seitenbeckenknochen konnte die Pars sacralis mit 6,7 cm bestimmt werden. Dagegen scheiterte die Messung der Pars iliaca und Pars pubica daran, daß sich das Tuberkulum ileopubicum auf der Platte nicht ausprägte. Aus demselben Grunde lassen sich auch die schrägen Durchmesser des Beckeneinganges gewöhnlich nicht bestimmen. Unmöglich war es ferner, die Foramina obturatoria auszumessen, da man in den unregelmäßigen Figuren derselben nicht erkennen konnte, welche Punkte dem Quer- und Höhendurchmesser entsprachen.

Bei dem Spaltbecken gelang es auch, die Distantia tuberum zu messen. Dies ist im allgemeinen nicht möglich, daß die Sitzbeinknorren auf dem Röntgenbild als flache Bogenlinien erscheinen, und auf diesen die Punkte, die der lichten Beckenausgangsbreite entsprechen, meist nicht zu bestimmen sind.

Oft ist auch die Messung der Linea interspinosa mit dem Kehrer-Dessauerschen Verfahren unmöglich, da auf den seitlich projizierten Bildern bei den meisten Beckenformen die Spina ossis ischii wenigstens der einen Seite durch höherliegende Knochenpartien gedeckt und deshalb der Messung nicht zugänglich ist.

Bei dem Spaltbecken fiel diese Schwierigkeit fort, da man beide Sitzbeinstachel durch den Spalt hindurch auf den Platten sehen konnte.

Bei sehr guten Strukturbildern, wie sie aber von Schwangeren in den letzten Monaten kaum zu erlangen sind, zeichnen sich die Spinae durch die darüberliegenden Knochenpartien hindurch ab, so daß ihre Entfernung gemessen werden kann, wie z. B. bei dem normalen Becken, wo die Interspinallinie mit 11,6 bestimmt wurde.

Bei der Messung der Konjugata vera ist dem Schamfugenwulst ganz besondere Beachtung zu schenken.

Die „Eminentia retropubika“ (Waldeyer) stellt einen wulstigen Vorsprung der Schamfuge nach innen in die Beckenhöhle hinein dar. Der Wulst ist durchaus nichts Pathologisches. Er kommt bei einer großen Anzahl von normalen Becken vor. Wir fanden ihn bei 80 Frauen mit normalem Becken 20mal mehr oder weniger stark ausgebildet, während sich bei den übrigen 60 dem Tastgefühl keine Vorwölbung darbot.

Der Wulst erstreckt sich manchmal über den ganzen Verlauf der Schamfuge von oben bis unten. Oft wird er nach unten zu flacher, so daß er sich wie ein Sporn am oberen Rand der hinteren Schamfugenfläche anfühlt.

Bei Schwangeren und Wöchnerinnen tritt er mehr hervor als sonst und kann die beträchtliche Höhe von 6 mm erreichen. (Cruveilhier (16)).

Nach Fick (17) wird die Eminentia retropubika entweder von dem Zwischenpolster, oder von den rückwärts aufgeworfenen, medialen Rändern der beiden Schambeinendflächen gebildet.

Geburtshilflich ist der Schamfugenwulst zuerst von Henning (18) beachtet worden, der ihn in drei Fällen, einem normalen und zwei rachitischen Becken, derart ausgebildet fand, daß er ihm einen Einfluß auf die Geburt zuschreiben zu müssen glaubte.

Bei der Bylickischen Konjugatamessung ist man gewohnt, den Schamfugenvorsprung genau zu berücksichtigen, indem man darauf achtet, daß der winklige Teil des Instrumentes auf dem Wulst und nicht neben ihm zu liegen kommt.

Es fragt sich, ob die Eminentia retropubika bei rachitischen Becken häufiger und stärker ausgeprägt zu finden ist als bei normalen Becken.

In dem Handbuch der Geburtshilfe von Winkel (19) heißt es darüber, daß „bei rachitisch-platten Becken der Symphysenknorpel fast immer im oberen Teil gegen den Beckenraum vorspringt“.

Breus und Kolisko (20) haben dagegen ein Vorspringen des Symphysenknorpels beim Rachitisbecken nicht auffallend öfter gesehen als sonst.

Bei normalem Becken ist der Schamfugenwulst geburtshilflich kaum von Bedeutung. Dagegen kann er bei engem Becken erheblich zur Einengung der Konjugata vera beitragen und von Einfluß auf die Geburt sein.

Es wäre deshalb ein großer Mangel einer jeden röntgenologischen Beckenmeßmethode, wenn sie die Einengung der Konjugata vera durch den Schamfugenwulst nicht mit in Anrechnung bringen könnte.

Der Anteil des Wulstes, der von dem knorpeligen Zwischenpolster gebildet wird, prägt sich auf der Röntgenplatte besonders bei der Aufnahme von Schwangeren gewöhnlich nicht aus und kann deshalb auch nicht mit gemessen werden. Jedoch wird nach unseren Beobachtungen bei einigermaßen starker Ausbildung des Wulstes sein knorpeliger Anteil von Knochenleisten flankiert. Diese Leisten sind auf der Röntgenplatte deutlich sichtbar.

Bei fehlendem oder niedrigem Symphysenwulst bildet die von oben senkrecht auf den Beckeneingang aufgenommene Schamfuge etwa die Form von Skizze 5, bei vorspringendem Wulst dagegen findet man etwa das Bild, das in Skizze 6 wiedergegeben ist.

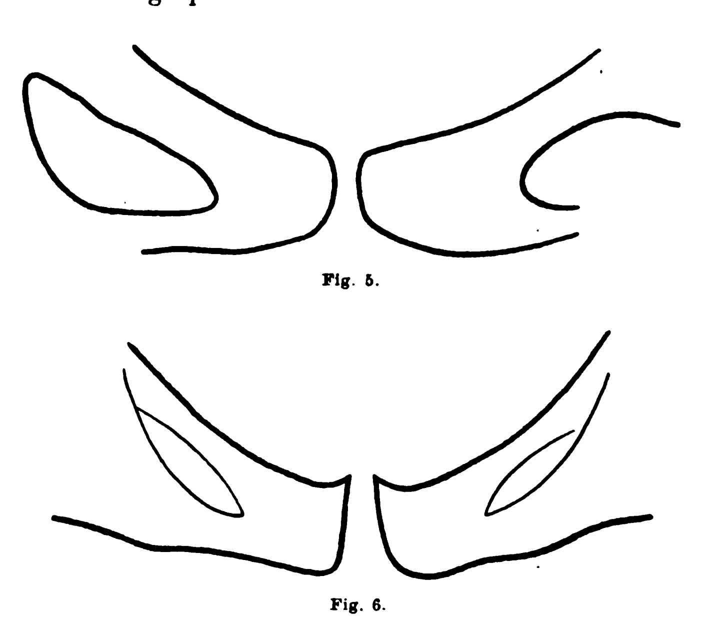


Fig. 5.

Fig. 6.

Diese Verhältnisse stimmen mit dem anatomischen Befund vollständig überein.

Auf der Röntgenplatte treten sie um so besser hervor, je senkrechter auf dem Beckeneingang die Aufnahme angefertigt wird. Besonders günstig sind die Fernaufnahmen, in denen sich die Knochenleisten gerade im Profil abzeichnen. (Photogramm Tafel XXX, Fig. 1 und 2.)

Nach unseren Messungen genügt es, wenn man bei Feststellung der Konjugata vera die auf den Röntgenplatten deutlich sichtbaren Knochenleisten berücksichtigt, da man aus ihrer Form auf die Größe des Knorpels schließen kann.

Ob es gelegentlich vorkommt, daß der Symphysenknorpel die Höhe der Knochenleisten noch erheblich überragt, ist noch nicht genügend untersucht worden.

Nach diesen Auseinandersetzungen kann man sagen, daß der Kehrer-Dessauerschen Meßmethode eine sehr große Genauigkeit innewohnt, die mit keiner der alten Meßmethoden auch nur annähernd zu erreichen war, und daß man sie auf Abschnitte des Beckens ausdehnen kann, die bisher am Lebenden überhaupt keiner Messung zugängig waren.

Deshalb ist sie als großer Fortschritt zu betrachten, der sich jedoch nur in wissenschaftlicher Beziehung geltend macht, während ihrer Verwendbarkeit in der praktischen Geburtshilfe durch den sehr hohen Preis des Apparates sehr enge Grenzen gesetzt sind.

II.

Fernaufnahmen des Beckens.

Mit diesen Resultaten schien uns die Kehrer-Dessauersche Methode geeignet zu sein, die von Heynemann zur Beckenmessung in Anwendung gebrachten Fernaufnahmen auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

Röntgenaufnahmen in großer Entfernung haben den Zweck, die Verzeichnungen, die wie bei jedem Schattenbild auch bei Röntgenbildern entstehen, möglichst klein zu gestalten.

Sie wurden zuerst zur Herzmessung verwandt (Köhler, Albers-Schönberg, Groedel u. a.). Die Teleaufnahmen des Herzens haben bereits allgemeine Anerkennung gefunden und erzielen bei einer Fokusdistanz von 2—$2^1/_2$ m Meßresultate, bei denen die Fehler so gering sind, daß sie praktisch vernachlässigt werden können.

Heynemann hat die Fernaufnahmen auf die Beckenmessung übertragen und hat versucht, durch Aufnahmen in großer Entfernung Röntgenbilder vom Beckeneingang herzustellen, die eine direkte Messung der verschiedenen Durchmesser erlaubten. Man bekommt nach Heynemann praktisch brauchbare Maße, wenn man die Aufnahmen in 2 m Entfernung vom Beckeneingang macht und von den aus der Röntgenplatte gewonnenen Zahlen $^1/_2$ cm abzieht.

Ein Bild des Beckeneingangs auf die Röntgenplatte zu bringen, das frei von Verzeichnungen ist und eine direkte genaue Messung erlaubte, ist praktisch unmöglich.

Die Fehlerquellen lassen sich leicht feststellen und gehen aus den Figuren 7 und 8 deutlich hervor.

Sie beruhen erstens darauf, daß die Röntgenstrahlen divergent und nicht parallel verlaufen und zweitens darauf, daß es sich nicht mit Sicherheit bewerkstelligen läßt, die Beckeneingangsebene parallel zur Platte einzustellen und die Röhre genau auf die Mitte des Beckeneingangs zu zentrieren. Durch den divergenten Verlauf der Strahlen (Fig. 7) kommt eine Vergrößerung des Röntgenbildes zustande. Die Vergrößerung ist um so geringer, je weiter die Röhre entfernt wird oder je mehr der Gegenstand der Platte genähert wird.

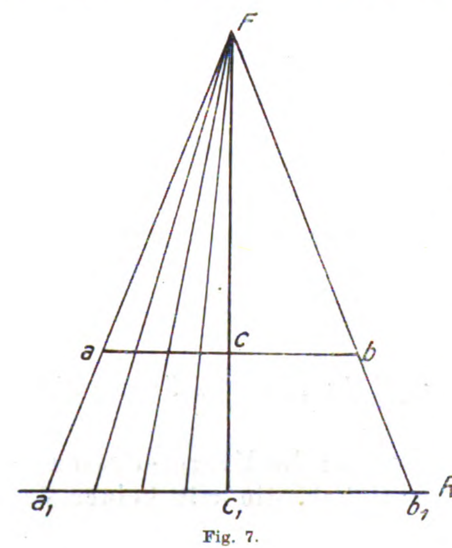


Fig. 7.

Durch den divergenten Verlauf des Strahlenbündels entsteht aber außerdem noch eine Verzerrung des Bildes (Fig. 7), da die einzelnen Teile verschieden stark vergrößert werden, und zwar diejenigen am meisten, die am weitesten vom Zentralstrahl entfernt liegen.

Bei den Fernaufnahmen des Herzens werden die genannten Fehler, die durch die zentrale Projektion entstehen, dadurch, daß die Platte sehr nahe an das Herz herangebracht werden kann, indem man den Patienten auf den Bauch legt, bei einer Röhrenentfernung von 2 m, praktisch gleich Null.

In dieser Beziehung liegen die Verhältnisse beim Beckeneingang jedoch weit ungünstiger.

Die Entfernung der Beckeneingangsebene von der Platte beträgt, wenn die Frau auf der Kassette sitzt, mindestens 10 cm, manchmal fast sogar 20 cm. Eine größere Annäherung der Platte an die Beckeneingangsebene hat man dadurch zu bewerkstelligen versucht, daß man die Platte auf die Bauchseite der Frau brachte. Dabei ist aber wieder eine parallele Einstellung unmöglich.

Eine noch größere Entfernung der Röhre ist darum nicht angängig, weil die Expositionszeit und Röhrenbeanspruchung dabei allzusehr gesteigert werden müßte.

Durch eine Umrechnung nach der Formel

$$Fc : Fc_, = ab : a_, b_,$$

könnte man die Vergrößerung leicht herausbringen. Dazu müßte aber die Strecke CC', (Entfernung des oberen Symphysenrandes von der Platte) extra gemessen werden, worunter die Einfachheit und damit der praktische Wert der Methode leiden würde.

Die Verzerrung des Beckeneingangsbildes kommt weniger störend in Betracht, wenn die Röhre senkrecht über der Mitte des Beckenlumens eingestellt wird, da dann alle Punkte der Beckeneingangslinie annähernd gleichmäßig betroffen werden.

Aber die Zentrierung der Röhre auf die Mitte des Beckeneingangs macht ihrerseits wieder Schwierigkeiten und ist mit Sicherheit überhaupt nicht zu erreichen.

Praktisch muß man sich damit begnügen, den Fokus der Röntgenröhre mit einem Lotblei senkrecht über dem Kreuzungspunkt der Körpermittellinie und der Verbindungslinie der beiden Spinae iliacae anteriores superiores einzustellen.

Ein sehr erheblicher Fehler in der Größen- und Formdarstellung des Beckeneingangs entsteht schließlich dann, wenn die Beckeneingangsebene gegen die Platte geneigt ist (Fig. 8).

Eine mit Sicherheit genaue parallele Einstellung von Platte und Beckeneingangsebene ist praktisch nicht zu erreichen.

Während die parallele Einstellung des Querdurchmessers leicht gelingt, ist sie bei dem Längsdurchmesser, besonders bei pathologischen Becken, so gut wie unmöglich.

Fig. 8.

Man erreicht sie nach Wormser am besten, indem man die Frau so setzt, daß der obere Rand der Symphyse und der Prozessus spinosus des untersten Lendenwirbels gleichweit von der Platte entfernt sind. Kehrer geht so vor, daß er den vorderen Abschnitt der Darmbeinkämme parallel der Platte bringt, der nach seinen Erfahrungen in 80—90 $^0/_0$ der Fälle parallel der Beckeneingangsebene verläuft.

Es ist klar, daß alle diese Fehler in Wechselwirkung stehen, daß sie sich teilweise aufheben aber auch summieren können. Die Konjugata vera von 9 cm erscheint z. B. bei einem Röhrenabstand von der Platte von 200 cm und einer Entfernung der Beckeneingangsebene von der Platte von 10 cm im Bilde um 0,47 cm vergrößert. Verkleinert wird die Konjugata vera, wenn der Beckeneingang nicht ganz parallel der Platte eingestellt wird, so daß sich die beiden Fehler aufheben können.

Die Korrektur derjenigen Fehler, die sich durch Rechnung leicht bestimmen lassen, z. B. die Vergrößerung, haben wir in der Hand, dagegen entziehen sich diejenigen Fehler, die durch schiefe Beckeneinstellung entstehen, unserer Berechnung.

Deshalb sind wir bei Beantwortung der Frage, welche Genauigkeit der Beckenmessung mit Fernaufnahmen innewohnt, auf praktische Nachmessungen irgend welcher Art angewiesen.

Vergleichende Messungen am Skelettbecken genügen dabei nicht, da ja beim Skelett die Schwierigkeit, die Stellung der Beckeneingangsebene zu beurteilen, wegfällt.

Es sind von uns mehrere Skelettbecken bei genauer Einstellung der Eingangsebene aus 2 m Entfernung aufgenommen worden, wobei die Skelettmaße genau mit den berechneten Maßen übereinstimmen.

Das direkte Nachmessen bei Laparotomien mit Tasterzirkel oder Klienschen Hölzern ist schwierig und gibt keine genauen Maße, da das richtige Ansetzen des Instrumentes leicht mißglückt. Zu Leichenmessungen findet sich wiederum kaum Gelegenheit. Die Beckenmessung

durch die Scheide mit den Bylickischen Instrumenten ist ebenfalls nur innerhalb gewisser Grenzen genau und erstreckt sich außerdem nur auf die Konjugata vera.

Um so mehr schien uns das Kehrer-Dessauersche Verfahren zur Kontrolle der Fernaufnahmen geeignet.

Technik der Fernaufnahmen.

Wir fertigen die Beckenfernaufnahme folgendermaßen an.

Die Kassette wird auf den Fußboden gelegt, und die Frau in ziemlich steiler Stellung daraufgesetzt und mit dem Rücken bequem angelehnt. Die möglichst genaue horizontale Einstellung des Beckeneingangs wird so erreicht, daß zunächst der obere Rand der Schamfuge und der Dornfortsatz des untersten Lendenwirbels aufgesucht und markiert wird. Beim Hinsetzen der Frau wird darauf geachtet, daß der vordere Abschnitt der Darmbeinkämme dem Fußboden möglichst parallel verläuft und darauf ein Beckenzirkel auf die beiden bezeichneten Punkte aufgesetzt. In der ersten Zeit überzeugten wir uns dann mit einer Wasserwage, die auf die Schenkel des Zirkels aufgelegt wurde, von der richtigen Horizontalstellung. Nach einiger Übung ließen wir sowohl den Zirkel als auch die Wasserwage weg und machten die Einstellung lediglich dadurch, daß wir die Darmbeinkämme abtasteten und dann mit den Zeigefingern beider Hände die Endpunkte der Konjugata externa aufsuchten und ihre gleichmäßige Entfernung von der Kassette durch bloßes Taxieren feststellten.

So gelingt eine annähernd genaue parallele Einstellung des Beckens ohne große Mühe.

Die Röntgenröhre — wir haben zu fast allen in der Tabelle aufgeführten Fernaufnahmen dasselbe Exemplar, eine Müller-Rapidröhre, benutzt — kommt in einem Veifastativ in genau 2 m Entfernung von der Platte.

Diese Entfernung, die noch etwa 10 cm geringer ist als die von Heynemann gewählte, haben wir lediglich deshalb genommen, weil sich das Stativ nicht höher drehen läßt.

Es lag von vornherein in unserer Absicht, die Fernaufnahmen so einzurichten, daß sie in jedem Röntgenlaboratorium ohne Neuanschaffungen ausgeführt werden können.

Zur Abblendung, die von ganz besonderer Wichtigkeit für das Gelingen der Aufnahmen ist, nehmen wir außer dem Tubus des Veifastativs ein gewöhnliches Lambertzstativ, dessen Blendenkasten umgedreht und etwa 70 cm oberhalb der Platte, also sehr nahe am Patienten, zentral eingestellt wird. Auf diese Weise bekommen wir auf der Platte einen Ausschnitt, der gerade groß genug für die Beckeneingangsfigur ist.

Die richtige senkrechte Einstellung der Röhre und der Blende auf den Kreuzungspunkt der Körpermittellinie und der Distantia spinarum wird mit einem Lotblei leicht bewerkstelligt.

Die Aufnahmen selber (Reformapparat) wurden mit zwei Verstärkungsschirmen, mit einer Röhrenhärte von 6—7 Benoist und einer Belichtungszeit von etwa 3 mal 10 Sekunden bei einer Belastung von 15—20 Milliampère gemacht. Bei Frauen am Ende der Schwangerschaft mußte länger belichtet werden, während durch noch größere Röhrenhärte nicht mehr erreicht werden konnte.

Die ganze Prozedur ist sehr einfach und dauert etwa 10 Minuten.

Bei der Besichtigung der entwickelten Platte ist man überrascht, in welch idealer Form man das Beckeneingangsbild vor sich hat.

Mit dem ersten Blick sieht man jede, wenn auch noch so geringe schräge Verengerung des Beckeneingangs, und ohne weiteres läßt sich erkennen, ob eine platte oder allgemeine Verengerung des Beckens vorliegt. Bei wohlgelungener Aufnahme tritt die Stelle des falschen und des wahren Promontoriums deutlich hervor.

Es fragt sich nun, ob die erörterten Fehler sehr erhebliche Verschiedenheiten in den Meßresultaten bedingen, und wieviel von den aus den Platten gewonnenen Zahlen abgezogen werden muß.



	Konjugata vera		Transversa magna		I. u. II. schräger Durchmesser		Linea interspinosa		Distantia tuberum		
	M.[1])	F.[2])	M.	F.	M.	F.	M.	F.	M.	F.	
1. Normales Becken, Puerpera.	11,3	12,5	14	14,7	—	—	—	—	—	—	
2. Normales Becken, Puerpera.	11,6	12,2	13,9	14,7	13,8	14,6	11,6	11,8	—	—	
3. Rach. platt. Becken, Sectio caesarea.	8,0	8,5	12,3	13	I. 10,5 II. 9,8	11,1 10,3	—	—	—	—	Bylicki 8½.
4. Rach. platt. Becken, Sectio caesarea.	9,5	10	12,8	13,5	I. 12 II. 11,4	12,5 12,1	—	—	—	—	
5. Rach. platt. Becken, Kaiserschnitt.	9	9,5	13,8	14,5	11,7	—	—	12	—	—	
6. Rach. platt. Becken, Kaiserschnitt.	*8,5 9,0	9,2 9,7	12	12,7	—	—	—	—	—	—	* Wahres und falsches Promontorium gemessen.
7. Rach. platt. Becken, Kaiserschnitt.	*5,4 —	5,9 6,8	13,5	14,3	—	—	—	—	—	—	*Konjugata vera bei der Laparotomie direkt gemessen 5½—6.
8. Zwergbecken, Kaiserschnitt.	8,6	9,5	9,5	11,0	—	—	—	9,2	—	—	Bylicki 8½.
9. Plattes Becken.	*9,8 10,6	10,4 11,2	13,3	14	12,5	13,2	—	12,3	—	—	
10. Allgem. verengtes Becken. Pos. occip. pubica.	9,1	9,6	11,6	12,3	10,7	11,3	—	—	—	—	
11. Coxitisbecken.	10,5	11,3	11,7	12,4	I. 12,4 II. 10,6	13 11,2	—	10,1	—	—	
12. Kyphoskoliotisches Trichterbecken.	9	9,5	15	15,7	—	—	—	—	—	—	Bylicki 9.
13. Kyphoskoliotisches Becken.	10,8	11	14,4	15,2	I. 13,8 II. 12	14,5 12,5	11,3	11,5	—	—	
14. Trichterbecken.	12	12	10,8	11,5	I — II —	11 10	—	8,5	7,5?	8	
15. Spaltbecken.	—	—	14,5	15,2	—	—	11,2	11,2	12,5	—	
16. Rach. Becken. Sectio caeserea. Gravida mens. X.	7,3	7,8	13,9	—	—	—	—	—	—	—	Gravidae: Aufnahme am Tag vor dem Kaiserschnitt gemacht. Bylicki 7.
17. Allgem. verengtes Becken, Gravida mens. VIII.	10,8	11,2	12,8	13,4	—	—	—	—	—	—	
18. Rach. Becken. Gravida mens. X.	9,0	9,5	—*	14,3	—	—	—	—	—	—	Bylicki 9. * Transversa magna nicht zu messen, da der Kopf auf der Beckenschaufel steht.
19. Schräg verengtes kyphoskoliotisches Becken. Gravida mens. III.	—	ca. 12	11,9	12,6	I. 10,5 II. 12,4	11,1 13,1	10	10,2	—	—	
20. Rach. platt. Becken. Gravida mens. X.	7,5	8,3	12,4	13,4	—	—	—	—	—	—	Bylicki 7,5.
21. Kyphoskoliotisches Becken. Gravida mens. IX.	10,8	11,6	13,3	14,0	—	—	—	—	—	—	

[1]) M. = Meßstuhl. [2]) F. = Fernaufnahme.

Zu diesem Zweck sind in der Tabelle die Meßstuhlmaße und die durch Fernaufnahmen gewonnenen Zahl von 21 Becken nebeneinandergestellt.

Man sieht, daß von den Resultaten der Fernaufnahmen bei Maßen über 10 cm im Durchschnitt 0,7, bei Maßen unter 10 cm im Durchschnitt 0,5 cm abgezogen werden müssen, um die Differenz auszugleichen.

Aus diesem Durchschnitt fielen, wie die Tabelle zeigt, bei unseren zahlreichen Messungen die Resultate nur selten und dann nur um wenige Millimeter nach oben oder unten heraus.

Damit ist festgestellt, daß die Ungenauigkeit, die durch die verschiedenen oben besprochenen Fehlerquellen bedingt ist, nur wenige Millimeter beträgt und deshalb für die praktische Geburtshilfe ganz vernachlässigt werden kann.

Es bestätigen sich also durch die Nachmessungen mit dem Kehrer-Dessauerschen Verfahren in vollem Umfange die Anforderungen, die **Heynemann** an die Telemessungen des Beckens gestellt hat.

Nach unseren Meßresultaten muß man folgende Regel aufstellen:

Bei Fernaufnahmen in 2 Meter Fokus-Platten-Distanz mit möglichster Zentrierung und paralleler Einstellung des Beckeneingangs **sind von den aus** der Platte gewonnenen Maßen 5—7 mm je nachdem, ob sie über oder unter 10 cm betragen, abzuziehen, um praktisch brauchbare Resultate zu bekommen.

Aus der Tabelle lassen sich noch verschiedene andere Punkte ablesen:

Die Messung der Konjugata vera mit den Bylickischen Stäben hat in unseren Fällen im allgemeinen dieselben Resultate gegeben wie die Meßstuhlmessungen.

Zur Messung der Interspinallinie sind die Fernaufnahmen günstiger als die Meßstuhlaufnahmen, da bei den letzteren, wie schon erwähnt, der Sitzbeinstachel wenigstens der einen Seite auf jeder Platte gedeckt ist. Bei den Fernaufnahmen dagegen ragen die Sitzbeinstachel über die Terminallinie in das Beckenlumen vor, wie man sie auch sieht, wenn man von oben in ein Skelettbecken hineinschaut.

Da die Sitzbeinstachel der Platte sehr nahe sind, braucht man von dem direkten Maße nur etwa 0,2 cm abzuziehen, um das wirkliche Maß zu erhalten.

Die lichte Breite des Beckenausgangs (Distantia tuberum) läßt sich mit der Fernaufnahme ebensoschlecht messen, wie mit dem Kehrer-Dessauerschen Verfahren.

Die Messung der schrägen Durchmesser des Beckeneingangs scheitert bei der Fernaufnahme ebenso wie bei der Meßstuhlaufnahme meistens daran, daß das Tuberkulum ileopubikum nicht zu erkennen ist. Dafür bekommt man aber bei den wahrheitsgetreuen Figuren, die die Fernaufnahmen vom Beckeneingang liefern, ohne weiteres einen Eindruck davon, ob der eine schräge Durchmesser gegenüber dem anderen überwiegt.

In dieser Beziehung sind die Fernaufnahmen allen anderen Aufnahmen des Beckens bei weitem überlegen. Sie allein versetzen uns in die Lage, ein Bild vom Beckeneingang fast wahrheitsgetreu und frei von störenden Verzeichnungen **auf** die Platte zu bringen.

Dieser wertvolle Vorteil wird auch von Heynemann ganz besonders betont und ist fast noch höher einzuschätzen, als die nur innerhalb gewisser Grenzen genaue Messung.

Bei der Deutung pathologischer Geburten und dem Studium abnormer Beckenformen genügt ein Blick auf die Fernaufnahme, um uns über die Form der Beckeneingangsfigur genau Aufschluß zu verschaffen, und die Betrachtung solcher Bilder dürfte auch in der geburtshilflichen Praxis oft von größerem Nutzen für uns sein als auf Millimeter genaue Maße, wie sie z. B. das Kehrer-Dessauersche Verfahren liefert, da der Geburtsverlauf auch noch von mannigfachen anderen Faktoren, z. B. der Größe des kindlichen Kopfes usw., abhängig ist.

Es sei hier erwähnt, daß wir versucht haben, die Dimensionen des kindlichen Kopfes röntgenologisch zu messen. Dies gelingt jedoch nicht, da der Kopf auf der Röntgenplatte als Scheibe erscheint, an der die Endpunkte der verschiedenen maßgebenden Durchmesser nicht zu bestimmen sind.



Die folgenden Abbildungen illustrieren die großen Vorteile der Fernaufnahmen. Die Betrachtung der Teleaufnahme des Spaltbeckens (Fig. 9) ergänzt z. B. in vortrefflicher Weise das Meßresultat. Man sieht deutlich die für Spaltbecken charakteristische Ausbuchtung der hinteren Beckenwand und erkennt, daß der Beckeneingang in diesem Fall seine querovale Form nicht verloren hat. Bei Spaltbecken höheren Grades ist eine mehr quadratische Beckeneingangsfigur vorhanden. (Breus und Kolisko 11, S. 121.)

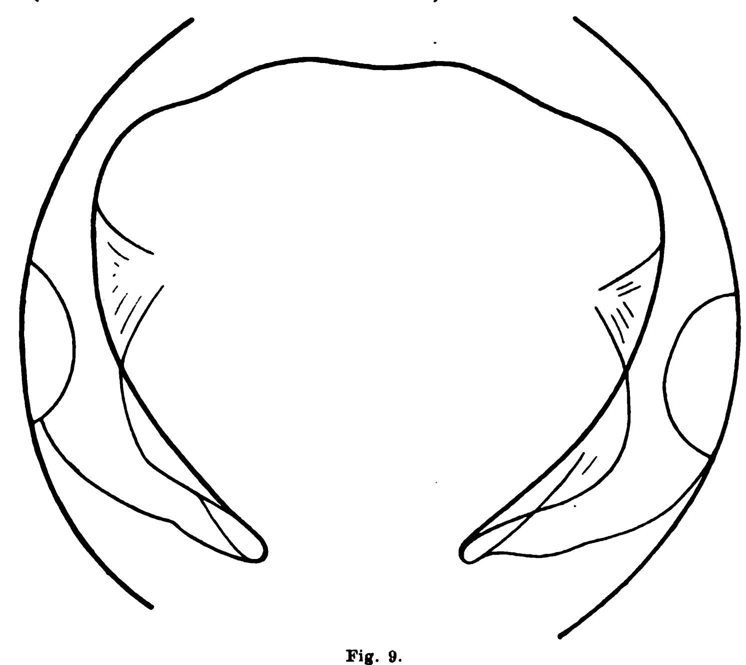


Fig. 9.

Die übrigen Bilder (Photogramme I, II, III) zeigen, wie deutlich und wahrheitsgetreu sich die Unterschiede der verschiedenen Beckenformen ausprägen.

Die Beckenaufnahmen 16—21 unserer Tabelle sind in der Schwangerschaft angefertigt worden, und zwar ist es gelungen, nicht nur Meßstuhlaufnahmen, sondern auch Fernaufnahmen am Ende der Gravidität herzustellen.

Bei Beckenaufnahmen schwangerer Frauen ist sorgfältige Abblendung notwendig. Ferner ist darauf zu achten, die Röhre nicht zu hart zu nehmen, da sonst die Sekundärstrahlung in der zu durchschlagenden sehr dicken Gewebs- und Fruchtwasserschicht zu stark wird.

Wenn auch zugegeben werden muß, daß in der Anfertigung von Beckenbildern am Ende der Gravidität besonders aus 2 Meter Entfernung und bei halbsitzender Stellung der Frau noch keineswegs eine vollständige Sicherheit besteht, so gelingt es doch fast immer, wenigstens bis zum Ende des VIII. Monats, meßbare Platten zu erhalten. (Photogramm Tafel XXX, Fig. 3 u. 4.)

Die Schwierigkeiten, die die Beckenaufnahmen am Ende der Schwangerschaft noch machen, sind ein großes Manko sämtlicher röntgenologischer Beckenmeßmethoden.

Bei der rapiden Entwicklung der Röntgentechnik scheinen sie jedoch keineswegs unüberwindbar zu sein.

Solange dieses Ziel noch nicht erreicht ist, muß man allerdings sagen, daß die Beckenfernaufnahmen kaum allgemeine Verwendung in der geburtshilflichen Praxis finden werden.

Dagegen sind ihre Vorteile so groß, daß man sie für jeden klinischen Betrieb empfehlen kann, besonders wo sie in jedem modernen Röntgenlaboratorium ohne Neuanschaffung von Instrumenten ausführbar sind. Sie ergänzen die innere Austastung des Beckens in hervorragender Weise und können sie teilweise sogar ersetzen.

Nach diesen Auseinandersetzungen kann man die gestellten Fragen folgendermaßen beantworten:

Das Kehrer-Dessauersche Beckenmeßverfahren ist allen früheren Methoden bei weitem überlegen und ermöglicht eine auf Millimeter genaue Ausmessung der verschiedensten Beckendimensionen. Seine Anwendung beschränkt sich jedoch lediglich auf das Gebiet wissenschaftlicher Fragen, da sie für die geburtshilfliche Praxis zu kostspielig und kompliziert ist.

Die Fernaufnahmen des Beckens liefern praktisch genügend genaue Meßresultate der Beckeneingangsdurchmesser und der Interspinallinie. Außerdem bringen sie die verschiedenen Beckeneingangsbilder zur wahrheitsgetreuen direkten Anschauung.

Allgemeine Anwendung in der Geburtshilfe werden sie erst finden, wenn sie sich technisch auch am Ende der Schwangerschaft mit Sicherheit herstellen lassen werden.

Literatur.

1. Heynemann, Die diagnostische Verwertung der Röntgenstrahlen in der Geburtshilfe. Zeitschr. f. Gebh. u. Gynäk. Bd. 73, S. 92.
Heynemann, Die Beckenuntersuchung mittelst Röntgenstrahlen und ihre praktische Bedeutung für die Geburtshilfe. Praktische Ergebnisse der Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. V, Heft 2, S. 237.
2—11. Siehe Heynemann, Zeitschrift, Bd. 73.
12. Haenisch, Monatschrift f. Geb. u. Gyn. 1912, Bd 36.
13. Kehrer und Dessauer, Münch. med. Wochenschr. 1914, Heft 1, S. 22.
14. Alwens, Münch. med. Wochenschr. 1913, Heft 48, S. 2683.
15. v. Franqué, Zeitschr. f. Gebh. u. Gynäkol. 1914, Bd. 55, S. 76.
16. Cruveilhier, siehe Fick.
17. Fick, Anatomie und Mechanik der Gelenke, Handbuch der Anatomie des Menschen von Bardeleben, Bd. 1, S. 306.
18. Hennig, Monatschrift der Geburtskunde 1869, Bd. 33.
19. Winkel, Handbuch der Geburtshilfe II[3], S. 1925.
20. Breus und Kolisko, Die pathologischen Beckenformen I[2], S. 482.

Erklärung der Tafel XXX.

1. Fernaufnahme 200 cm: rachitisch plattes Becken.
2. „ „ „ : allgemein verengtes Becken.
3. „ „ „ : normales Becken am Tage vor der Geburt.
4. „ „ „ : enges Becken im Anfang des IX. Monats der Schwangerschaft.

Aus dem Zentral-Röntgeninstitute des Kaiser-Jubiläums-Spitales der Stadt Wien.
Vorstand Dr. August Schönfeld.

Vollständiger Fibuladefekt (zugleich ein Beitrag zur Kasuistik der Tarsalia).

Von

Dr. **Schönfeld** und Dr. **Sorantin**.

(Hierzu Tafel XXX, Fig. a, b und c.)

Unter den Strahldefekten ist schon in der Literatur vor Beginn der Röntgenära der Fibuladefekt am häufigsten beschrieben worden. Da aber genauere röntgenologische Untersuchungen auch aus der späteren Zeit nur in geringer Anzahl vorliegen, und der von uns beobachtete Fall noch dazu eine bemerkenswerte Kombination zeigt, so erscheint eine Publikation deshalb gerechtfertigt, weil dadurch dem altbekannten Bilde noch einige neuere Details beigegeben werden können.

Es handelt sich in unserem Falle um einen 32jährigen, erwerbsfähigen, kräftigen Mann, der mit Ausnahme seines unten beschriebenen Defektes normal gebaut ist, und dessen Deszendenz keinerlei Abnormitäten aufweist. Er zeigt eine auffällige, starke Verkürzung der linken unteren Extremität, die sofort an die von Kümmel und Klaußner beschriebenen typischen Bilder des kongenitalen Fibuladefektes erinnert.

Der Patient gibt an, daß er als 8tägiger Säugling wegen einer intrauterinen Verletzung der linken Unterextremität behandelt wurde und daß ihm in seiner ganzen Verwandtschaft keinerlei Mißbildung bekannt sei.

Die klinische Untersuchung des Patienten zeigt eine Verkürzung des linken Beines gegenüber der normal ausgebildeten rechten Extremität, wobei der Oberschenkel und das Kniegelenk normal konfiguriert und lang erscheinen, so daß die erwähnte Verkürzung auf Kosten des Unterschenkels allein zustande kommt. Auch die Muskulatur des letzteren ist bedeutend schwächer, so daß eine Umfangsdifferenz von 6 cm zu seinen Ungunsten resultiert. Die Tibia des linken Unterschenkels ist kräftig entwickelt und zeigt unterhalb ihrer Mitte eine Verbiegung nach vorne und außen. An der Stelle, an der normalerweise der Malleolus externus vorspringt, ist eine seichte, grubige Vertiefung sichtbar. Der Vorderfuß, der auf den ersten Anblick den Eindruck eines Spaltfußes hervorruft, ist im Sprunggelenk maximal gestreckt, wobei der mediale Fußrand so tief steht, daß eine Equino-valgus-Stellung zustande kommt, während die Spaltfußform durch ein starkes Spreizen der ersten Phalange von den übrigen Phalangen bedingt ist. Trotz dieser Verkürzung des linken Beines geht Patient auch längere Zeit hindurch ohne Beschwerden und Anstrengung, indem er bei leichtgebeugtem Kniegelenke nur den Ballen der großen Zehe des im Sprunggelenke maximal gestreckten Fußes als Stützpunkt benützt. Die Gesäß- und Oberschenkelmuskulatur ist links um ein geringes schwächer entwickelt, ihre faradische Erregbarkeit gegenüber rechts etwas herabgesetzt. Noch deutlicher ist der Unterschied sowohl in der Entwicklung als auch in der faradischen Erregbarkeit beim Vergleich der Muskulatur beider Unterschenkel, doch ergibt eine genauere Untersuchung, daß alle Muskeln vorhanden sind. Die Prüfung der Reflexerregbarkeit zeigt eine Herabsetzung der linksseitigen Reflexe und ein vollständiges Fehlen des Achillessehnenreflexes. Die Sensibilität ist nirgends gestört. Im Sprunggelenke ist die Dorsal- sowie Plantarflexion aktiv und passiv nur in geringem Grade möglich; Supination sowie Pronation aktiv unmöglich, passiv nur schwach angedeutet.



Ein proximales, sowie ein distales Fibulaköpfchen ist nicht zu tasten und auch auf dem Röntgenbilde nicht zu sehen. Die Fibula fehlt in ihrer ganzen Ausdehnung.

Die Tibia ist in ihrem proximalen Teile von normaler Konfiguration und normaler Gelenksbildung. In ihrem distalen Teile ist sie verkrümmt und in der Nähe des Gelenksendes plumper und dicker. Die Dicke der rechten Tibia beträgt oberhalb des Sprunggelenkes von vorne nach hinten gemessen 44 mm, während die linke Tibia an derselben Stelle 47 mm mißt. 6 cm oberhalb des Sprunggelenkes beträgt der Unterschied zwischen den beiden Tibien 10 mm. Die Artikulationsflächen des Gelenkes zwischen Tibia und Talus sind gegenüber der normalen Seite wesentlich verkleinert; der Talus selbst weist keinen Processus posterior tali auf, ist überhaupt nur mangelhaft entwickelt und mit dem ebenfalls verkleinerten Calcaneus knöchern vereinigt. Der hintere freie Körper des Calcaneus erscheint als schmales Rechteck und ist dem hinteren unteren Tibiaende beinahe bis zur Berührung genähert. Sonst gut ausgebildete Einzelheiten am Calcaneus fehlen in diesem Falle.

In dem Winkel zwischen Tibia und Calcaneus sieht man einen ca. $4^1/_2$ cm langen und $2^1/_2$ cm breiten, ringsum scharf begrenzten, hauptsächlich aus Spongiosa bestehenden Knochen, der keine Artikulationsfläche aufweist.

Von den übrigen Mittelfußknochen zeigen das Navikulare und die Cuneiformia normale Größe und Gestalt, das Os cuboideum dagegen ist als selbständiger Knochen nicht sichtbar, sondern es erscheint mit dem Calcaneus verschmolzen, so daß der Processus anterior calcanei um die gewöhnliche Größe des Cuboideums verlängert erscheint und den überaus kräftig entwickelten letzten Metatarsus trägt. Dieser ist an seinem distalen Ende gegabelt, so daß zwei ungefähr 4 cm voneinander entfernte, beinahe rechtwinkelig zur Längsachse des Metatarsus lateral und medial gerichtete Köpfchen entstehen, die die normal gegliederten, aber stark flektierten Phalangen der 4. und 5. Zehe tragen, wobei die 5. Zehe teilweise unter die vierte zu liegen kommt. Die auf den ersten Blick für einen Clavus gehaltene, am Kleinzehenrande zu sehende Verdickung entspricht dem lateral gerichteten Metatarsuskopf. Die drei ersten Metatarsen sind von normaler Gestalt und tragen normal entwickelte Phalangen, nur ist der erste Metatarsus sehr kräftig ausgebildet, der zweite und dritte schräg nach außen gerichtet, so daß das früher erwähnte spaltfußähnliche Aussehen zustande kommt.

Zur Erklärung der Entstehung solcher Mißbildungen werden gewöhnlich zwei Theorien herangezogen. Die eine, die endogene, sucht ihre Entstehung in einer verfehlten Keimanlage der Knochenkerne, die andere, die exogene, zieht Einflüsse zur Erklärung heran, die von außen

auf die normal angelegten Keime während der Entwicklung in utero einwirken. Als solche werden hauptsächlich meist in der dritten bis vierten Woche des Embryonallebens auftretende amniotische epitheliale Verklebungen und Verwachsungen oder amniotische Stränge, die auch zu vollständigen Abschnürungen führen können, beschuldigt, sowie Druckeinwirkungen von außen her, bei ungenügendem Schutz des Embryos durch zu geringe Menge der Amnionsflüssigkeit. Gerade die letztgenannten Momente genügen am besten unserem Kausalbedürfnisse, weil die Extremitäten durch ihre Lage in utero am leichtesten von den erwähnten Schädlichkeiten betroffen werden können. Von den meisten Autoren wird die letztere Erklärung herangezogen, nur einige wenige halten an der endogenen Theorie der fehlerhaften Keimanlagen fest.

Auch wir schließen uns in unserem speziellen Falle der exogenen Theorie zur Erklärung des Fibuladefektes an, da in der Anamnese keine für eine andere Erklärung sprechenden Punkte zu finden sind. Es scheint auf die ganze laterale Seite des Unterschenkels und Fußes ein äußerer Druck auf den noch jungen Embryo in utero eingewirkt zu haben, wodurch es zum Ausbleiben der Entwicklung einer Fibula, zur Verschmelzung des Cuboideum mit dem Calcaneus, zur Vereinigung des vierten und fünften Metatarsus mit ihrem basalen Anteile und zur Verbiegung der Tibia gekommen ist. Infolge des Fehlens der Fibula, insbesondere des äußeren Malleolus mußte es im späteren extrauterinen Leben durch die ungleiche Belastung des Talus im Sprunggelenke zu jenen Veränderungen kommen, die uns das Röntgenbild offenbart. Das Dickerwerden der Tibia spricht für ein vikariierendes Eintreten derselben für die mangelnde Fibula. Die Verbiegung der Tibia führte zu der merkwürdigen Gangart auf dem Ballen der großen Zehe, die wieder infolge Nichtgebrauches des Sprunggelenkes die mangelhafte Ausschleifung desselben nach sich zog. Die Spreizung der Zehen läßt sich ebenfalls aus der eigenartigen Gehweise erklären.

Die gänzlich veränderte Belastung der Fußwurzelknochen bedingte eine den geänderten statischen Verhältnissen entsprechende Anordnung der Knochenbälkchen. Normalerweise sieht man im Talus die Knochenstruktur in drei Verlaufsrichtungen angeordnet. Die eine zieht von der navikularen Gelenksfläche des Taluskopfes leicht gebogen gegen die Trochlea, eine zweite verläuft ungefähr senkrecht zur letzteren aus der Gegend der gelenkigen Verbindung des Talus mit dem Calcaneus gegen die Sprunggelenksfläche, und eine dritte strahlt, die beiden ersteren schräg durchsetzend, von der Facies articularis media aus. Sie entsprechen den drei im normal entwickelten Talus vorherrschenden drei Druckrichtungen. Betrachtet man das Strukturbild des Talus in unserem Falle, so sieht man, daß die zwei letzteren Hauptrichtungen nur mangelhaft ausgebildet sind, während die erstere auffallend betont und ausgebildet ist, da durch die veränderte Statik das Hauptgewicht des Körpers in diese Richtung zu liegen kommt. Aus derselben Ursache erklärt sich auch die ungenügende Ausbildung des rückwärtigen Teiles des Talus, sowie des ganzen Calcaneus. Auch die Struktur im Calcaneus, der mit seinem Hauptteile, dem Corpus, nur als Muskelansatz dient, zeigt sich gegenüber der Norm geändert, indem die bogenförmige Verlaufsrichtung seiner Knochenbälkchen etwas gestreckter ist, und im Processus anterior calcanei, der in die Hauptdruckrichtung zu liegen kommt, eine verstärkte Ausbildung der Knochenbälkchen aufweist.

Der im Winkel zwischen Tibia und Calcaneus liegende abnorme, nierenförmige Knochen zeigt zu keinem der benachbarten Knochen irgendeine Beziehung. Er weist nirgends eine Gelenks- oder Gleitfläche auf, er liegt auch nicht so, daß man meinen könnte, er sei ein Fibularudiment. Vielmehr spricht seine Form und Lage dafür, daß er ein echtes Sesambein ist. Nicht nur das spricht dagegen, daß Fibularudimente cranialwärts liegen, denn in allen bisher bekannt gewordenen Fällen weisen sie unter Einhaltung der typischen Lagebeziehung zur Tibia auch noch in ihrem bestehenden Anteile die Fibulaform deutlich auf und zeigen an der Stelle des fehlenden Teiles einen bindegewebigen Strang. Lage und Form des Knochens in unserem Falle deuten vielmehr darauf hin, daß es sich um ein Os trigonum handeln dürfte,

das allerdings in dieser kolossalen Ausbildung noch nirgends beschrieben ist. Wir wissen von diesem Knochen, daß er als echtes Sesambein nicht so selten vorkommt und als solches den von Pfitzner hierfür aufgestellten Kriterien, d. i. Verfolgbarkeit durch die Tierreihe, knorpelige Anlage und typische Lage, entspricht. Seine Anlage im zweiten Embryonalmonat als hyaliner Knorpel und sein Existieren in der Tierreihe hat von Bardeleben nachgewiesen. Trotz der Neigung solcher rudimentärer Gebilde, die auf den Aussterbeetat gesetzt sind, sofort nach ihrer knorpeligen Anlage zugrunde zu gehen, können sie dennoch in seltenen Eällen bestehen bleiben und als überzähliger Knochen durchs ganze Leben an dieser Stelle nachweisbar sein. Der einmal gebildete Knochenkern kann aber auch seine selbständige Existenz aufgeben und sich entweder mit der Tibia oder der Fibula oder noch häufiger mit dem Talus vereinigen. Im letzteren Falle bildet er den Processus posterior tali. Dieser ist in dem von uns beschriebenen Casus nicht vorhanden, da es zu keiner Verschmelzung kam. Infolge des Fehlens der Fibula, des abnorm ausgebildeten Sprunggelenkes und der Zehenstellung des Fußes hat sich das sonst unbedeutende Sesambein, Os trigonum genannt, in unserem Falle zu jener exzessiven Größe entwickelt, wie dies aus dem Röntgenbild zu entnehmen ist.

Figurenerklärung.

Tafel XXX, Fig. a. Ventro-dorsale Aufnahme des proximalen Teiles der Tibia der linken Extremität.
„ „ „ b. Seitliche Aufnahme der linken Tarsalgegend.
„ „ „ c. Metatarsus und Phalangen des linken Fußes.

Ein neuer Schaukelapparat zur Entwickelung von photographischen Platten.

Von
Dr. **Kurt Lossen** in Frankfurt a. M.

Die bisher gebräuchlichen Schaukelapparate zur Entwickelung photographischer Platten haben alle den Nachteil, daß ihre Anschaffungs- und Betriebskosten ziemlich hoch sind, und daß sie meist das Vorhandensein elektrischen Stromes voraussetzen. Ich habe nun in meiner Dunkelkammer einen Schaukelapparat konstruiert, welcher durch das zur Spülung der Platten sowieso notwendige Wasser getrieben wird, und, wenn überhaupt, nur wenig mehr Wasser braucht, als dazu notwendig ist, außerdem in der Konstruktion so einfach ist, daß man ihn sich bei Vorhandensein der sowieso notwendigen Spülwannen leicht und billig selbst herstellen kann.

Der Schaukelapparat besteht aus einem mit Klappdeckel lichtdicht verschließbaren viereckigen Kasten, dessen Deckel in der Mitte eine Wasserwage trägt zur Regulierung und Kontrollierung der horizontalen Ausrichtung. Die Dimension des Kastens ist 60:50:15 cm. An zwei sich gegenüberliegenden Seiten sind außen etwas unter dem oberen Rande je zwei Ösen eingelassen, ebenso ist in der Mitte der einen Seite eine Öse angebracht. Die vier ersteren dienen zum Aufhängen des Kastens an vier durch Schraubvorrichtung in ihrer Länge regulierbaren Seilen, welche senkrecht über den Seitenwandösen des Kastens in der Decke der Dunkelkammer in Haken aufgehängt sind, so daß der Kasten etwa 60—70 cm über dem Boden und 2—3 m unter der Decke freibeweglich hängt, und im Ruhezustand der Deckel des Kastens zwischen den Aufhängeseilen aufgeklappt werden kann. Die Öse in der Mitte der einen Tragseite dient der Treibstange zur Befestigung. Zwischen den Seilen oder auch daneben sind auf Eisenträgern die Spülwannen etwa einen Meter über dem Kastendeckel in der Weise angeordnet, daß das Schwingen des Kastens dadurch nicht beeinträchtigt wird. Zu oberst ist ein größerer Reservoirkasten angebracht, welcher mit einem Heberüberlauf versehen ist, so daß das Wasser erst anfängt abzulaufen, wenn der Kasten bis etwa 1 cm unterhalb des Randes gefüllt ist, und bei Abstellung des Zuflusses automatisch ganz leer läuft. Dieser Über-



lauf führt das Wasser vermittelst Schlauches, um das Spritzen zu vermeiden, in die erste Spülwanne, aus welcher es ebenfalls durch Heberüberlauf und Schlauch in eine zweite, von dieser ev. in eine dritte und vierte Spülwanne weitergeführt wird. Über der Reservoirwanne spielt eine Wasserschaufel am einen Ende eines zweiarmigen Hebels gelenkig in der Weise, daß sie beim Hochgehen aus einer durch die Leitung gespeisten anderen Wasserschaufel gefüllt und durch das Gewicht dieser Wassermenge wieder heruntergedrückt wird und beim

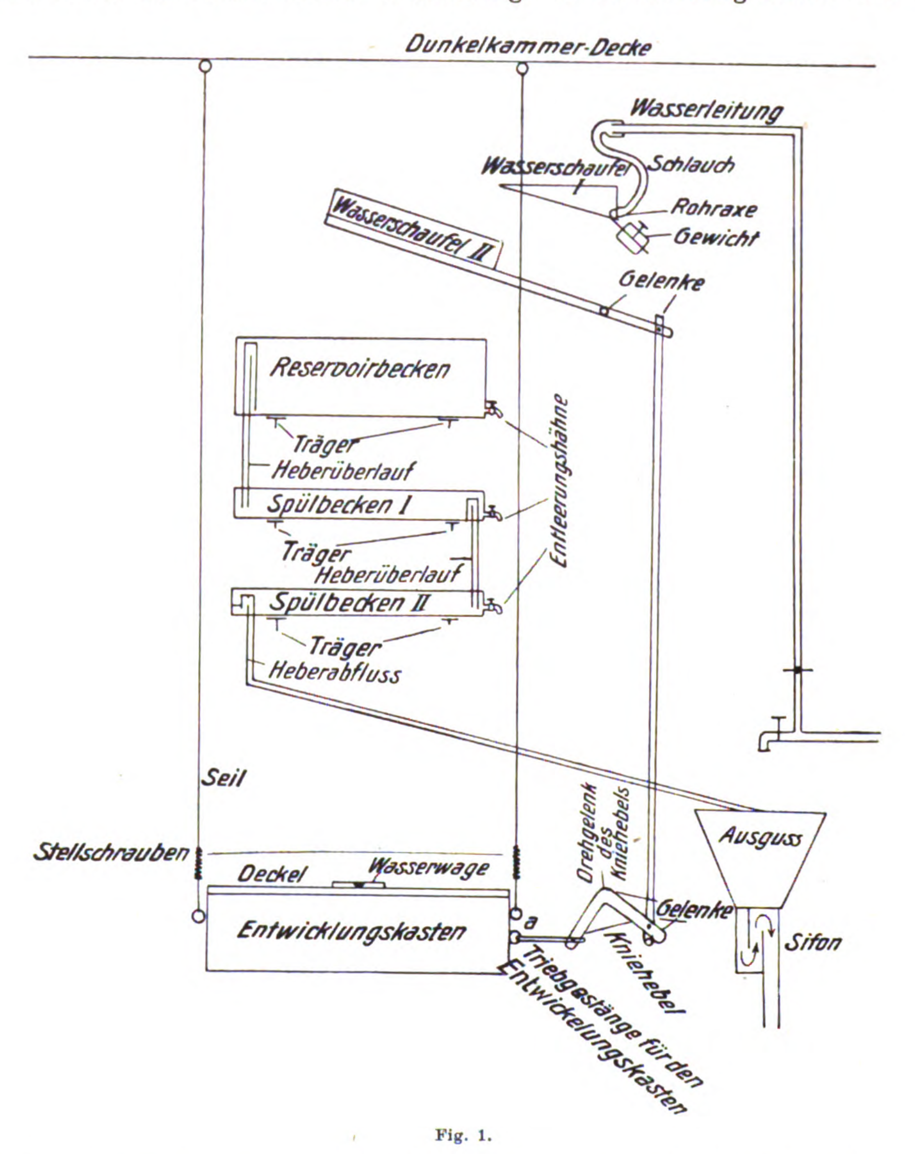


Fig. 1.

Hinuntergehen die Wassermenge in den Reservoirkasten entleert, welcher sich so allmählich bis zum Uberlauf füllt. Durch das Auf- und Niedergehen dieser Wasserschaufel wird ein Gestänge betätigt, welches in der Öse A, wie oben gesagt, seinen Angriffspunkt an dem Entwicklungskasten hat und bei seiner Betätigung den Kasten in schwingende Bewegungen versetzt, welche infolge der Aufhängungsart stets in gleicher horizontaler Richtung vor sich gehen, und durch fast gar keinen Energieverlust durch Reibung beeinträchtigt werden, Die erste Wasserschaufel ist so eingerichtet, daß sie, etwas schmaler als die zweite, etwas höher als letztere, auf zwei seitlichen Stützen angebracht ist, in welchen sie mittels einer Achse, welche gleichzeitig als Zuführungsrohr für das Wasser dient, scharniert. Die Schaufel selbst hat die Form einer seitlich geschlossenen Rinne, deren kurze Seite steil nach oben zeigt und die andere

längere fast horizontal verlaufende Seite mit der ersteren einen rechten Winkel bildet, in dessen Scheitel die Zuführungsrohrachse in der Weise angebracht ist, daß sie nach beiden Seiten etwa 8—10 cm hinausragt. Das eine Ende ist verschlossen, über das andere Ende wird der Zuführungsschlauch befestigt. Das Wasser strömt dann ohne zu spritzen, durch eine innerhalb der Schaufel in der Achse angebrachte Öffnung in dieselbe, bis diese bis zum Rande gefüllt ist. Sie bekommt dann infolge der durch die Unregelmäßigkeit der Seiten verursachten Gewichtsverteilung das Übergewicht und entleert ihren Inhalt in die zweite Schaufel, welche bis dahin durch das Gewicht des mittels Gestänges mit ihr verbundenen Entwickelungskastens hoch-

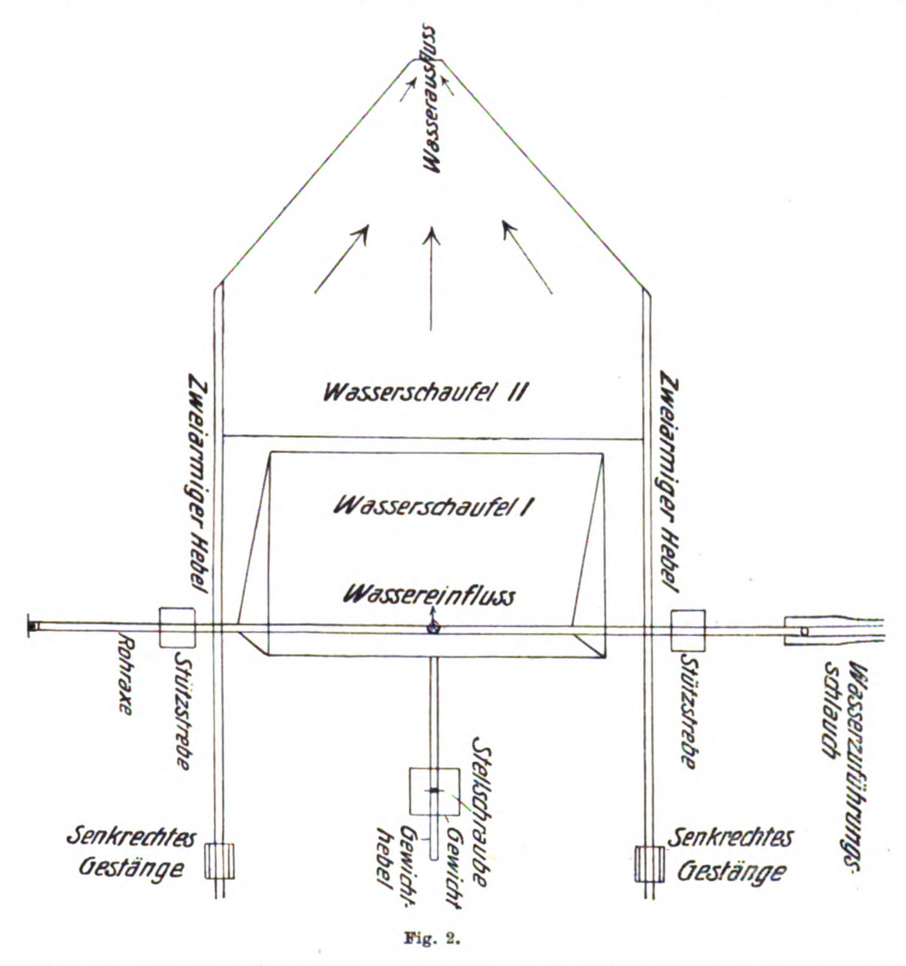


Fig. 2.

gehalten worden ist. Nach der Entleerung wird die erste Schaufel durch Gegengewicht wieder in die frühere Gleichgewichtslage zurückgebracht, um sich von neuem zu füllen. Die zweite eigentliche Triebschaufel ist am einen Ende eines zweiarmigen Hebels unterhalb der ersten in der Weise angebracht, daß sich das Wasser aus ersterer in den hinteren breiten Teil der zweiten Schaufel entleert. Die Schaufel verjüngt sich dann nach vorn zu einem ganz schmalen Spalt mit hohen Rändern. Senkt sich nun die Schaufel, so strömt alles Wasser aus dem breiten hinteren Teil in diese schmale Rinne und staut sich dort, statt glatt abzulaufen und bewirkt so im Verein mit der erheblich größeren Hebelwirkung eine erheblich größere Gewichtsausnutzung. Das andere Ende des zweiarmigen Hebels steht durch eine Triebstange mit einem Kniehebel in Artikulation, welcher seinerseits die Triebstange zum Entwicklungskasten betätigt. Die Maße dieses Schaukelapparates, den ich mir aus Holz und Gardinenstangen hergestellt habe, müssen je nach dem zur Verfügung stehenden Raum modifiziert werden. Bei von mir angewendeten Ausmessungen braucht der Apparat soviel Wasser zur Entwickelung (in der Stunde 10 l), als gerade zur Spülung notwendig ist, und sind daher die Betriebskosten gleich Null zu setzen.

Die Vorzüge dieses Schaukelapparates sind:

1. Die geringen Anschaffungskosten.
2. Die minimale Abnutzung.
3. Die geringen Betriebskosten.
4. Die Unabhängigkeit von elektrischer und Wasserleitung, da das Betriebswasser auch aus einem durch Handeimer gefüllten Reservoir entnommen werden kann, ohne direkten Leitungsanschluß.
5. Der geringe Raumverbrauch, da er bei Anordnung der Spülvorrichtung oberhalb des Entwicklungskastens nur ganz wenig mehr Raum benötigt, als die an und für sich notwendige Spülvorrichtung sowieso beansprucht.
6. Die außerordentliche Einfachheit der Konstruktion.

Der Apparat ist demnach überall auch für gewöhnliche photographische Dunkelkammern außerordentlich empfehlenswert.

Aus der medizinischen Universitäts-Poliklinik in Bonn (Direktor Prof. Dr. Paul Krause).

Röntgenologische Studien über die Physiologie der Verdauung des Hundes und deren veränderten Ablauf bei der Einwirkung von Istizin und Atropin.

Von

Hans Brockhaus.

(Hierzu Tafel XXXI—XXXVIII.)

Das Röntgenverfahren gibt uns die Möglichkeit an die Hand, Tierexperimente zu machen, bei denen wir bis zu einem gewissen Grade die Vivisektion entbehren können. Die Durchleuchtung zeigt im großen und ganzen ein treues Bild der motorischen Magen- und Darmverdauung und hat vor der Vivisektion den Vorzug, daß wir im allgemeinen den normalen Verlauf der Magen- und Darmverdauung eines Tieres beobachten können, daß in seinen physiologischen Funktionen und in seiner Lebensenergie nicht beeinträchtigt ist. Im folgenden berichte ich über Versuche, die normale Verdauung des Hundes mittels des Röntgenverfahrens zu studieren. Ich bediente mich dabei eines kleinen schwarzen, acht Monate alten Teckels männlichen Geschlechts. Das Tier war vollkommen gesund und wog 4,5 kg. Wir verwenden in der medizinischen Poliklinik in Bonn zur Differenzierung des Intestinaltraktus ausschließlich das von Professor Krause auf dem achten Röntgenkongreß als Kontrastmittel empfohlene Bariumsulfat, $BaSo_4$. Die Gründe dafür sind in der Arbeit von Professor Krause und Dr. Schilling über „Die röntgenologischen Untersuchungsmethoden zur Darstellung des Magendarmkanals mit besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel“[1]) ausführlich dargestellt. Die auf Veranlassung von Prof. Krause durch Bachem vorgenommene erneute pharmakologische Untersuchung des Barium sulfuricum ergab seine Brauchbarkeit für die Röntgenzwecke; Günther erprobte es in der medizinischen Universitäts-Poliklinik in Bonn vom röntgenologischen Standpunkte aus. Das Bariumsulfat hat vor anderen Kontrastmitteln den Vorzug der Billigkeit und Geschmacklosigkeit. Außerdem sind niemals Vergiftungserscheinungen mit chemisch reinem Bariumsulfat beobachtet worden, dagegen sah man bei chronischen Darmprozessen nicht selten eine gute therapeutische Wirkung insofern, als schleimige Stühle danach sehr beträchtlich besser wurden. Die Kontraste sind sowohl bei der Durchleuchtung wie auch bei der Aufnahme durchaus befriedigend. Ich ließ nun, nachdem verschiedene Versuche, dem Hund das Bariumsulfat beizubringen, fehlgeschlagen waren, Semmel herstellen im Gewicht von je 60 g. In jeder derselben befanden sich 30 g Bariumsulfat. Die Brötchen wurden in einer Tasse Milch aufgeweicht und von dem Hund, nachdem er etwa zehn Stunden — von abends

---

[1]) S. auch Arbeit von Günther und Bachem, Zeitschr. f. Röntgenkunde 19.

bis morgens — gehungert hatte, in wenigen Minuten gefressen. Nun wurde nach Möglichkeit alle zwei Stunden eine Röntgenaufnahme gemacht, und der Hund des öfteren zur Kontrolle vor dem Röntgenschirm durchleuchtet. Benutzt wurde der Ideal-Röntgenapparat von Reiniger, Gebbert & Schall. Der Hund mußte mit dem Bauch auf einer Hauffeplatte 18/24 liegend an den Vorder- und Hinterbeinen festgehalten werden. Die Aufnahme erfolgte also dorsoventral, und zwar war die Platte von der Antikathode einer Bauerröhre 50 cm entfernt. Es wurde $^1/_{20}$ Sekunde belichtet bei 50 Milliampère. Auf diese Weise stellte ich im ganzen drei Normalversuchsreihen her. Bei der ersten und dritten Serie wurde der Hund morgens gefüttert. Um nun die fehlenden Nachtstunden, die Zeit von 13—25 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, auch zur Darstellung zu bringen, gab ich in der zweiten Versuchsreihe dem Hund die Kontrastmahlzeit abends. Es folgt nun die genauere Beschreibung der einzelnen Bilder:

Versuchsreihe A. (Tafel XXXI.)

Der Hund wurde am 9. III. 14 morgens 9 Uhr in der vorher beschriebenen Weise mit 30 g $BaSo_4$ gefüttert. Es erfolgten Aufnahmen um 10, 11, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, sowie am nächsten Morgen um 10 und um 12 Uhr.

1. Bild nach 1 Stunde: Der Magen ist gut gefüllt, der Rand etwas unscharf. Man sieht geringe Andeutungen von Dünndarmschlingen.

2. Bild nach 2 Stunden: Der Magen ist noch ziemlich gut gefüllt, doch sind die Konturen noch etwas undeutlicher geworden. Die Dünndarmschlingen treten gut hervor.

3. Bild nach 5 Stunden: Der Magen ist noch zur Hälfte gefüllt, die Konturen sind ziemlich verwischt. Die Dünndarmfüllung ist vollständig. Colon descendens und Rektum erscheinen ebenfalls deutlich.

4. Bild nach 7 Stunden: Im Magen befindet sich noch ein geringer Rest. Einige untere Dünndarmschlingen sind noch deutlich wahrnehmbar. Colon ascendens, Colon transversum mit einer Unterbrechung sind dünn, Colon descendens und Rektum gut gefüllt.

5. Bild nach 9 Stunden: Der Magen ist vollständig leer. In einigen Dünndarmschlingen sieht man noch ganz geringe Reste. Colon ascendens, Colon transversum mit einer Aussparung, Colon descendens und Rektum zeigen deutliche Füllung.

6. Bild nach 11 Stunden: Der Dünndarm ist vollständig leer. Colon ascendens ist gering, Colon transversum und Colon descendens sind besser, das Rektum ist gut gefüllt. Colon transversum ist herabgetreten.

7. Bild nach 13 Stunden: Der untere Teil des Bauches ist nicht auf die Platte gekommen. Flexura hepatica und Colon transversum zeigen vielfach unterbrochene Füllung. Der Anfang des Colon descendens stellt sich deutlich dar. Der übrige Dickdarm scheint auch weiterhin gut gefüllt gewesen zu sein.

8. Bild nach 25 Stunden: In der Ampulla recti befindet sich noch ein wallnußgroßer Rest.

9. Bild nach 27 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

Versuchsreihe B. (Tafel XXXII.)

Der Hund wurde am 16. III. 14 abends 6 Uhr mit demselben Quantum $BaSo_4$ gefüttert. Die Aufnahmen fanden statt abends 6 und 8 Uhr, sowie am nächsten Tag um 9, 11, 1, 3, 5, 7 und 9 Uhr.

1. Bild sofort nach der Nahrungsaufnahme: Der Magen ist gut gefüllt, doch sind die Konturen etwas verschwommen.

2. Bild nach 2 Stunden: Man sieht etwas geringere, aber noch gute Füllung des Magens. Die Dünndarmschlingen treten deutlich hervor.

3. Bild nach 15 Stunden: Magen und Dünndarm sind vollständig leer. Im Anfangsteil des Colon ascendens befindet sich ein kirschgroßer Rest. Flexura hepatica, Colon transversum, Colon descendens und Rektum sind, abgesehen von zwei Unterbrechungen, gut gefüllt.



4. Bild nach 17 Stunden: Im Dickdarm befinden sich geringe voneinander getrennte Reste. Das Rektum zeigt gute Füllung.

5. Bild nach 19 Stunden: Man sieht noch ganz geringe Reste im Colon ascendens, Colon transversum und Colon descendens. Das Rektum ist mäßig gefüllt.

6. Bild nach 21 Stunden: Die Umrisse des Colon ascendens und Colon transversum sind durch einige an den Wänden hängende Reste noch zu erkennen. Im Colon descendens und Rektum befinden sich ebenfalls kleine Reste.

7. Bild nach 23 Stunden: Man sieht noch ganz geringe an den Dickdarmwänden hängende verschwommene Reste.

8. Bild nach 25 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

Versuchsreihe C. (Tafel XXXIII.)

Der Hund erhielt am 20. III. 14 morgens 9 Uhr wieder 30 g $BaSo_4$. Die Aufnahmen wurden gemacht um 10, 12, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, sowie am andern Morgen um 9 und 11 Uhr.

1. Bild nach 1 Stunde: Der Magen ist gut gefüllt, man sieht ganz geringe Andeutungen von Dünndarmschlingen.

2. Bild nach 3 Stunden: Der Magen hat sich etwas entleert, die Dünndarmschlingen treten deutlich hervor.

3. Bild nach 5 Stunden: Ein Drittel des Magens ist noch gefüllt. Die Dünndarmschlingen zeigen teils gute, teils schlechte Füllung. Inwieweit die Füllung auf der linken Seite dem Dünndarm oder dem Kolon angehört, ist schwer zu entscheiden.

4. Bild nach 7 Stunden: Im Magen befindet sich noch ein Rest. Einige Dünndarmschlingen in der Umgebung des Coecum sind noch gut gefüllt, ebenso Colon ascendens und Colon transversum. Colon descendens ist angedeutet.

5. Bild nach 9 Stunden: Der Magen ist leer. Man sieht noch eine geringe Andeutung einiger Dünndarmschlingen. Colon ascendens, Colon transversum sowie Colon descendens sind gut gefüllt.

6. Bild nach 11 Stunden: Der Dünndarm ist leer. Colon transversum ist herabgetreten. Letzteres, sowie Colon descendens und Rektum zeigen eigenartige, zum Teil verschlungene und eingeschnürte Füllung, die aber teilweise noch dem Colon ascendens angehören kann.

7. Bild nach 13 Stunden: Im Colon ascendens befinden sich noch zwei geringe Reste. Colon transversum ist dünn gefüllt, ebenso die Flexura lienalis, die jedoch ohne Verbindung mit Colon transversum und Colon descendens ist. Colon descendens zeigt im weiteren Verlauf ebenso wie das Rektum gute Füllung.

8. Bild nach 24 Stunden: In der Flexura sigmoidea sieht man noch einen länglichen, an der rechten Seite befindlichen Rest. Das Rektum ist gut gefüllt.

9. Bild nach 26 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

Die Bilder sind klar und die Deutung für die meisten Phasen der Verdauung eindeutig. Daß die Magenfüllung an den Rändern und in der Pars pylorica teilweise etwas verschwommen ist, erklärt sich wohl daraus, daß sich noch geringe Speisereste von einer nicht bariumhaltigen Mahlzeit im Magen und an den Magenwänden befanden. Diese Reste vermischten sich nur teilweise mit $BaSo_4$ und verursachten so die unscharfen Konturen. Auch die im übrigen Darmkanal zuweilen erscheinenden unklaren Bilder und Aussparungen sind wohl auf noch vorhandene oder später hinzugekommene Speisen zurückzuführen, soweit es sich nicht um Luftblasen handelt, oder der Darm überhaupt schlecht mit Bariumsulfat gefüllt ist. Aus den Bildern ergibt sich nun, daß die Verweildauer einer Bariumsulfatmahlzeit von 60 g mit 30 g $BaSo_4$ Inhalt im Magen- und Darmkanal eines Hundes von der angegebenen Größe normalerweise 25—26 Stunden beträgt. Daß der Darm in Versuchsreihe B erst nach 27 Stunden entleert war, spricht nicht dagegen. Wäre nach 26 Stunden eine Aufnahme gemacht worden, würde man höchstwahr-

scheinlich den Darm leer gefunden haben. Denn der Rest auf der Platte nach 25 Stunden mußte ja bei der nächsten Defäkation herausbefördert werden. Ebenso geht aus den Bildern hervor, daß der Magen nach 9, der Dünndarm nach 11 Stunden leer ist. Die Dickdarmfüllung setzt gewöhnlich nach 5 Stunden ein. Eigenartig ist das in Versuchsreihe A und C gleichzeitig nach 11 Stunden erfolgende Tiefertreten des Colon transversum. Zu fast genau denselben Resultaten kam Henrichs in seinen bei einem anderen Hunde angestellten Versuchen. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die normale Verweildauer der Kontrastmahlzeit im Magendarmkanal des Hundes.

	voll	leer
Magen:	sofort nach Eingabe der Mahlzeit.	nach 9 Stunden.
Dünndarm:	Beginn der Füllung nach 1 Stunde. Größte Füllung nach 3—5 Stunden.	nach 11 Stunden.
Dickdarm:	Beginn der Füllung nach 5—6 Stunden. Größte Füllung nach 9—11 Stunden.	nach 25—26 Stunden.

Die normale Verweildauer in den einzelnen Dickdarmabschnitten zu bestimmen, muß einer weiteren Arbeit überlassen bleiben.

Es wurde mir weiter von Professor Krause die Aufgabe gestellt, die Wirkungsweise zweier Medikamente, Istizin und Atropin, auf den Magen- und Darmkanal des Hundes zu studieren. Ich begann mit Istizin. Es ist dies ein von der Firma Bayer & Co. in Leverkusen in Tabletten von 0,3 g in den Handel gebrachtes synthetisches Mittel. Sie gibt darüder folgendes an: Istizin wird nach patentiertem Verfahren durch Verschmelzung von 1,8 Anthrachinondisulfosäure mit Kalk dargestellt. Es ist nahe verwandt dem Emodin, dem wirksamen Bestandteil von Aloë, Senna und Rhabarber. Für den tierischen Organismus ist Istizin vollkommen unschädlich. Bei Hunden, Katzen und Kaninchen tritt weder Reizung der Magenschleimhaut, noch Erbrechen auf. Auch Nierenreizungen, bzw. Eiweis im Harn, wurde niemals bemerkt. Dagegen zeigte sich bei Katzen und Kaninchen auf Eingabe von 0,5 g per os nach etwa 5—6 Stunden, zuweilen auch später, deutlich eine abführende Wirkung. Über Istizin existieren bis jetzt 6 Arbeiten, die alle das Mittel sehr rühmen. Ebstein machte einige Versuche vor dem Röntgenschirm und zwar gab er eine Wismuthmahzeit am Abend, das Istizin 12 Stunden später. Es zeigte sich, daß die Wirkung erst 12 Stunden nach Eingabe des Mittels eintrat. Vorher war eine Änderung röntgenologisch nicht zu bemerken. Er ist der Ansicht, daß die Wirkung des Istizins erst im Dickdarm einsetzt. Indiziert hält Ebstein es bei allen Formen atonischer und spastischer Obstipation. Außerdem könne es in ganz hartnäckigen Fällen bei dem Gebrauch von großen Ölklysmen als Schiebemittel mit großem Erfolg verwendet werden. Bennecke rühmt in seiner Arbeit die milde und doch sichere Wirkung des Istizins, besonders bei Fällen von Obstipation infolge von Darmatonie. In ähnlicher Weise spricht sich von Cankrin aus. Klare beobachtete vielfach die Regelung des Stuhlgangs für mehrere Tage nach einmaliger Applikation und sieht einen weiteren großen Vorzug des Istizins in seiner völligen Geschmacklosigkeit. Er hält es für besonders geeignet, bei bettlägerigen Kranken und solchen, die eine Liegekur durchmachen müssen. Die Mitteilung von Fischer beschäftigt sich mit der nach dem Gebrauch von Istizin zuweilen auftretenden braun-orange Färbung des alkalischen oder schwach sauren Harns, die aber vollkommen bedeutungslos ist und beim Zusatz von Essigsäure verschwindet. Ich konnte mich selbst davon bei einer Patientin überzeugen, die in große Angst wegen des vermeintlichen Bluthams geraten war. Die letzte Arbeit stammt von Hübler. Auch er berichtet über außerordentlich gute Erfolge mit dem neuen Laxans.

Die Art der Ausführung meiner Versuche mit Istizin ist analog derjenigen der Normalversuchsreihen. Es wurde die gleiche Menge Bariumsulfat genommen, unter die das in Wasser aufgeschwemmte Istizin fein verteilt war.

I. Versuchsreihe mit 0,3 g Istizin. (Tafel XXXIV.)

Der Hund wurde am 27. III. 14, morgens 9 Uhr, mit einem in Milch aufgeweichten Baryumbrötchen, in das 0,3 g Istizin fein verteilt war, gefüttert. Die Aufnahmen erfolgten um 10, 1, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, sowie am nächsten Morgen um 9 und 11 Uhr.

1. Bild nach einer Stunde: Der Magen ist ganz gefüllt. Man bemerkt ganz spärliches Hervortreten einiger Dünndarmschlingen.

2. Bild nach 4 Stunden: Ein Drittel des Magens ist noch gefüllt. Einzelne obere Dünndarmschlingen sind noch eben wahrnehmbar, die unteren treten deutlich hervor. Colon ascendens und Colon transversum zeigen gute Füllung, die bis zur Mitte des Colon descendens immer schlechter wird und endlich ganz aufhört. Erst im Rectum sieht man wieder ganz geringe Bariumsulfatfüllung.

3. Bild nach 5 Stunden: Im Magen befindet sich noch ein Rest. Einige obere Dünndarmschlingen sind noch angedeutet, einige untere dagegen gut zu sehen. Colon ascendens, Colon transversum, Colon descendens und Rectum treten gut hervor.

4. Bild nach 7 Stunden: Magen und Dünndarm sind bis auf ganz geringe Reste leer. Colon ascendens, Colon transversum mit verschiedenen Einschnürungen und Colon descendens treten deutlich hervor.

5. Bild nach 9 Stunden: Magen und Dünndarm sind vollständig leer. Der Dickdarm ist im ganzen, wenn auch mit zahlreichen Einschnürungen, gefüllt. Im Rektum befindet sich nur wenig $BaSo_4$.

6. Bild nach 11 Stunden: Colon transversum zeigt im Anfangsteil eigenartig verschlungene Füllung, die sich in seinem weiteren Verlauf, sowie im Colon deecendens als ein dünner, vielfach eingekerbter Strang darstellt. Das Rektum tritt wieder besser hervor.

7. Bild nach 13 Stunden: Die Füllung ist fast die gleiche, nur noch etwas verringert. Colon transversum ist herabgetreten.

8. Bild nach 24 Stunden: In der Ampulla recti befindet sich noch ein kleiner Rest.

9. Bild nach 26 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

II. Versuchsreihe mit 0,6 g Istizin. (Tafel XXXV.)

Der Hund erhielt die gleiche Mahlzeit am 30. III. 14 mit 0,6 g Istizin abends 8 Uhr. Die Aufnahmen wurden am nächsten Morgen um 9, 11, 1 und 3 Uhr gemacht.

1. Bild nach 13 Stunden: Magen und Dünndarm sind vollständig leer. Im Colon ascendens befinden sich geringe Reste. Colon transversum ist undeutlich und mit Aussparungen, Colon descendens und Rectum sind besser gefüllt.

2. Bild nach 15 Stunden: Im Colon ascendens sieht man noch ganz geringe Reste. Der untere Teil des Colon transversum und obere Teil des Colon descendens zeigen undeutliche, vielfach ausgesparte Füllung, Flexura sigmoidea und Rectum treten deutlich hervor.

3. Bild nach 17 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

III. Versuchsreihe mit 1,2 g Istizin. (Tafel XXXVI.)

Die Fütterung des Hundes fand am 6. IV. 14, morgens 9 Uhr, in der gleichen Weise mit 1,2 g Istizin statt. Es wurden Aufnahmen gemacht um 10, 12, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, am nächsten Morgen um 9 Uhr.

1. Bild nach einer Stunde: Der Magen ist vollständig gefüllt und erscheint sehr groß. Die Dünndarmschlingen sind ganz schwach angedeutet.

2. Bild nach 3 Stunden: Der Magen zeigt ziemlich dünne, vielfach unterbrochene Füllung und undeutliche Konturen. Die Dünndarmschlingen treten sehr dünn hervor.

3. Bild nach 5 Stunden: Der Magen ist leer. Die Dünndarmschlingen sind gut gefüllt. Colon ascendens zeigt beginnende Füllung.



4. Bild nach 7 Stunden: Die Dünndarmschlingen sind noch verhältnismäßig deutlich zu sehen. Colon transversum und Colon descendens lassen gute Füllung erkennen. Diese wird geringer in der Flexura sigmoidea, im Rectum dagegen wieder besser.

5. Bild nach 9 Stunden: Der Dünndarm ist fast ganz leer. Colon transversum ist weit herabgetreten. Der Dickdarm zeigt eigentümliche Formen. Er ist vielfach eingeschnürt und an der Flexura lienalis unterbrochen. Im Rektum sieht man nur ganz geringe Mengen Bariumsulfat.

6. Bild nach 11 Stunden; Der Dünndarm ist leer. Colon ascendens ist weniger gut gefüllt. Im übrigen ist das Bild ähnlich dem vorhergehenden.

7. Bild nach 13 Stunden: Im Colon ascendens befinden sich noch zwei Reste. Colon transversum ist dünn und mit unscharfen Konturen dargestellt, ebenso der obere Teil des Colon descendens. Der untere Teil des letzteren, sowie das Rektum treten gut hervor.

8. Bild nach 24 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

IV. Versuchsreihe mit 1,2 g Istizin. (Tafel XXXV.)

Der Hund wurde am 8. IV. 14, abends 6 Uhr, gefüttert. Das Bariumsulfatbrötchen enthielt wieder 1,2 g Istizin. Die Aufnahmen erfolgten am nächsten Tag um 9, 11, 1 und 2 Uhr.

1. Bild nach 15 Stunden: Magen und Dünndarm sind leer. Colon ascendens, Colon transversum, Colon descendens treten mit einigen Aussparungen gut hervor. Im Rektum befindet sich keim $BaSo_4$.

2. Bild nach 17 Stunden: In der Flexura hepatica sieht man einen Rest. Colon transversum ist herabgetreten und in seinem unteren Teil gefüllt. Mit der Flexura hepatica verbindet ihn ein dünner Strang. Mit geringer Unterbrechung an der Flexura lienalis folgt gute Füllung des Colon descendens und Rektum.

3. Bild nach 19 Stunden: Ganz vereinzelte Reste finden sich noch im Colon transversum, Colon descendens und Rektum.

4. Bild nach 20 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

Als gemeinsames Resultat dieser vier Versuchsreihen erscheint die Tatsache, daß Istizin wenigstens in mittleren Quantitäten auf den Magen fast ohne Wirkung ist; es entfaltet seine Tätigkeit hauptsächlich erst im Darm bzw. Dickdarm. Das hat zum Teil seinen Grund wohl darin, daß sich Istizin in sauren und neutralen Flüssigkeiten sehr schwer, in alkalischen aber leichter löst. Diese Bedingung ist im unteren Darm ja erfüllt. Es ist leicht zu erkennen, daß die Bilder von 1—13 Stunden nach der Nahrungsaufnahme nur geringe Abweichungen von den gleichzeitigen Bildern der Normalversuchsreihen zeigen. Dagegen ist die Passage des Dickdarms wenigstens in den drei letzten Versuchsreihen eine bedeutend schnellere. In der ersten Serie mit 0,3 g Istizin läßt sich allerdings kaum eine Änderung des Ablaufs der Darmverdauung erkennen. Die zweite Versuchsreihe mit 0,6 g Istizin zeigt dagegen eine deutlich abführende Wirkung. Denn der Darm ist nach 17 Stunden, also 8—9 Stunden früher, als die normale Stuhlentleerung erfolgte, vollständig frei von Bariumsulfat. In der dritten Serie mit 1,2 g Istizin scheint der Erfolg nicht so groß zu sein. Es läßt sich aber nicht feststellen, wann der Darm leer war, da zwischen 13 und 24 Stunden nach der Nahrungsaufnahme keine Bilder gemacht werden konnten. Jedoch scheint das Istizin in dieser Quantität auch schon im Magen anzugreifen, da dieser nach 5 Stunden schon leer ist, was normalerweise erst nach 9 Stunden einzutreten pflegte. Die nächste Versuchsreihe mit 1,2 g Istizin zeigt, daß der Darm nach 19 Stunden nur noch ganz geringe Reste enthält und nach 20 Stunden vollständig leer ist. Das bedeutet also einen Erfolg von mindestens 5—6 Stunden gegenüber der normalen Verweildauer der Bariumsulfatmahlzeit im Darm. Worin der Grund liegt, daß mit 0,6 g Istizin ein besseres Resultat erzielt wurde, als mit 1,2 g Istizin, läßt sich schwer entscheiden. Jedenfalls ist ein Erfolg — in der zweiten Versuchsreihe sogar ein ganz bedeutender — vor-

handen, besonders aber, wenn man bedenkt, daß überhaupt alle Abführmittel beim Hund eine viel weniger ausgeprägte Wirkung haben, als bei anderen Tieren. Auf den übrigen Organismus scheint das Mittel selbst in den für einen kleinen Hund von 4,5 kg doch großen Gaben von 1,2 g ohne jeden schädigenden Einfluß gewesen zu sein.

Nunmehr ging ich über zu den Versuchen mit Atropin. Dieses Medikament ist schon ungemein häufig der Gegenstand experimenteller Untersuchungen gewesen. Aus der über dasselbe existierenden reichhaltigen Literatur möchte ich folgendes hervorheben. Atropin hat hauptsächlich zwei Gruppen von Wirkungen. Einmal versetzt es das Zentralnervensystem in lebhafte Erregung, andererseits wirkt es auf alle Organe, die vom autonomen (sympathischen) Nervensystem innerviert werden, erregend oder lähmend. Auf Drüsen hat Atropin einen lähmenden Einfluß, auf diejenigen Organe aber, mit glatter Muskulatur, die zu spontanen Bewegungen befähigt sind, zuerst einen erregenden und erst in größeren Dosen einen lähmenden Einfluß. Ziemlich verwickelt ist die Wirkung des Atropins auf den Magen- und Darmkanal. Es existieren darüber eine ganze Reihe von Arbeiten und Ansichten. Hagen hat in seiner Inauguraldissertation 1890 zuerst gezeigt, daß durch kleine Atropinmengen eine deutliche Steigerung und Erregung der Bewegungen hervorgerufen wird. Magnus fand dann außerdem, daß durch mäßige Dosen Atropin auch der Typus der Darmbewegung verändert wird, indem statt der normal (Katze) auftretenden großen Tonusschwankungen, auf die sich die einzelnen Pendelbewegungen aufsetzen, eine außerordentlich regelmäßige Darmbewegung einsetzt, an der nur ausgiebige Pendelbewegungen und keine Tonusschwankungen zu erkennen sind. Wenn sich die erregende Wirkung kleiner Atropinmengen auch nicht in allen Fällen nachweisen lasse, so sei sie doch dann besonders deutlich, wenn aus irgendeinem Grunde die Darmbewegung vorher schwach und wenig ausgiebig war. Magnus weist ferner nach, daß die erregende Wirkung kleiner Atropindosen nur am plexushaltigen Darm eintritt; die erregende Wirkung habe ihren Angriffspunkt also lediglich im Auerbachschen Plexus. Von der Lähmung sollen dagegen Zentren, Nerv und Muskel befallen werden. Magnus stellt darüber eine genaue Tabelle auf. Er beginnt mit Gaben von 0,025 % Atropin und geht bis zu 0,3 %. Unger will in seinen Versuchen eine beruhigende Wirkung ganz kleiner Atropindosen gesehen haben. Er unterscheidet: 1. eine Phase relativer Ruhe, 2. eine Phase der Erregung und 3. eine Phase der absoluten Lähmung. Die von Magnus angestellten Nachprüfungen dieser Versuche ergaben ein vollständig negatives Resultat. Die Versuche Swirskis an hungernden Maulkorbkaninchen zeigten, daß Atropin keine bemerkbare Veränderung der Verteilung des Darminhaltes hervorruft. Er glaubt, daß beim Hungern eine Splanchnikuswirkung des Atropins wahrscheinlich ist. Bei Kombinationen von Morphin und Atropin trete eine Verlangsamung der Magenperistaltik auf, wie sie bei Morphinmaulkorbkaninchen bei ca. zehnmal größerer Dosis beobachtet wurde. Die Wirkung beruhe wahrscheinlich auf einer unter Mitwirkung des Atropins vorsichgehenden Abschwächung des Vagusimpulses. Fujitani fand bei der Applikation von starken 0,1 bis 1 % Atropinlösungen auf den isolierten Froschmagen anfangs verstärkte Kontraktionen und meint: auf den ersten Blick scheint es sich um die erregende Wirkung des Giftes zu handeln, die der lähmenden vorausgeht. Es hat sich aber herausgestellt, daß sie selbst bei 1 % Atropinlösung fehlen, wenn der Magen zuerst mit verdünnter und dann allmählich mit konzentrierter Lösung gespült wird, was darauf hinweist, daß das Phänomen sehr wahrscheinlich der plötzlichen Veränderung der osmotischen Konzentration der den Magen umspülenden Flüssigkeit zuzuschreiben ist. Die Arbeit von Bergmann und Katsch über Versuche an Tieren mit Bauchfenster zeigt die lähmende Wirkung des Atropins. Der Dünndarm erscheint breit und schlaff, ebenso das ganze Kolon breiter. Die Haustren sind weiter und zum Teil ganz verstrichen, das Colon descendens ist in toto tiefer getreten. In einer Abhandlung von Faulhaber wird darauf hingewiesen, daß Massini am menschlichen Dickdarm eine deutliche Erweiterung des Kolon unter Atropin röntgenologisch nachgewiesen habe. Am stärksten soll die Einwirkung bei spastischer Obstipation gewesen sein, und zwar um so ausgeprägter, je kontrahierter der Darm



vor der Medikation gewesen war. Klinisch wird ja schon seit langem Atropin mit Erfolg bei Obstipation angewandt. Es tritt hierbei die erregende und regulierende Wirkung auf die Darmbewegungen ein. Vor allem, wenn der Darm vorher unter dem Einfluß verschiedener Gifte, wie Muskarin, Pilokarpin, Nikotin, Kolchizin und Blei krampfhaft kontrahiert war, lösen kleine Dosen von Atropin diesen Krampf durch antagonistische Wirkung und führen so normale Stuhlentleerung herbei. Bei Darmparalyse, Ileus und Hernia incarcerata macht man von der erregenden Wirkung des Atropins viel Gebrauch, besonders natürlich in Fällen, in denen eine Operation unmöglich ist.

Es treten in diesen Fällen lebhafte Darmbewegungen ein, doch meist erst bei Dosen von 2—5 mg, die schon ernstliche Allgemeinvergiftung hervorrufen. Tabora sah zum erstenmal günstige Einwirkung des Atropins bei schweren Fällen von Ulcus ventriculi. Valentini verwandte das Atropin mit Erfolg bei Erbrechen infolge von Morphininjektionen. Er erklärt das folgendermaßen: Das Erbrechen ist nur dann möglich, wenn die Kardia sich aktiv öffnet. Diese Eröffnung ihrerseits wird durch einen Reiz besorgt, der im oberen Teil des Ösophagus seinen sensiblen Sitz hat. Der zentrifugale Teil des Reflexes zur Kardia verläuft im Vagus. Durch die lähmende Wirkung des Atropins auf die Vagusendigungen kann der Reflex nicht zur Geltung kommen, die Kardia kann sich nicht aktiv öffnen. Meyer und Gottlieb fassen ihre Ansicht über die Wirkungsweise des Atropins auf die Darmbewegungen folgendermaßen zusammen: Die Wirkungen des Atropins sind mehrfache, und zwar zum Teil gegensätzliche: vom Auerbachschen Plexus aus erregend, nach größeren Gaben durch Lähmung der sympathischen Hemmungsendigungen ebenfalls erregend; durch Betäubung der exzitomotorischen Vagusendigungen aber erschlaffend und beruhigend. Ist der Vagustonus schon von vorneherein nicht groß, so wird die Atropinisierung an ihm nicht viel ändern, wohl aber wird sie die rhythmischen und reflektorischen Auerbachschen Entladungen merklich verstärken: der Effekt wird lebhaft gesteigerte Darmperistaltik sein. Umgekehrt, wenn der Vagustonus stark überwiegt (durch Pilokarpin, Bleivergiftung oder auch durch Anämie des Darmes, „spastische Obstipation"), so wird Atropin selbst in kleinen Dosen den Hauptfaktor der abnormen tonischen Peristaltik ausschalten und somit Entspannung und Beruhigung des Darmes herbeiführen. Nach Baylis und Starling werden die peristaltischen Wellen bzw. Reflexe durch mittlere Atropindosen nicht aufgehoben. Im Lehrbuch der inneren Medizin von Mering skizziert Matthes die Wirkung des Atropins folgendermaßen: Ob das Atropin nur Krampfzustände löst, oder ob es unter Umständen die Peristaltik anzuregen vermag, ist noch unsicher. Wahrscheinlicher ist das erstere, ja es ist nicht unwahrscheinlich, daß es nur wirkt, wenn Spasmen den Ileus verschlimmern oder hervorrufen. Nach Fleiner wirkt Atropin beruhigend auf eine gesteigerte Magenperistaltik, erschlaffend oder lösend bei spastischen Zuständen an den Ostien. von Berger und Henius glauben auf Grund ihrer Röntgenbefunde, daß Atropin ziemlich wirkungslos auf die Peristaltik zu sein scheint.

Diese verschiedenen Auffassungen und Befunde versuchte ich nun nachzuprüfen, soweit das natürlich röntgenologisch und im Rahmen dieser Arbeit möglich war. Ich ging dabei in gleicher Weise vor wie bei den anderen Versuchen. Das Atropin wurde sofort nach Eingabe der Kontrastmahlzeit unter die Bauchhaut des Hundes injiziert. Es folgen die einzelnen Versuchsreihen.

I. Versuchsreihe mit 0,0005 g Atropin. (Tafel XXXVII)

Die Fütterung des Hundes mit der bekannten Menge der Kontrastmahlzeit sowie die Injektion von $^1/_2$ mg Atropinum sulfuricum erfolgte am 21. IV. 14 morgens 9 Uhr. Die Aufnahmen wurden gemacht um 10, 12, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, sowie am nächsten Morgen um 9 Uhr. Zwischendurch beobachtete ich den Hund des öfteren vor dem Röntgenschirm.

1. Bild nach 1 Stunde: Der Magen ist vollständig gefüllt und außergewöhnlich groß. Die Randkonturen sind ziemlich unscharf.



2. Bild nach 3 Stunden: Der Magen erscheint bedeutend kleiner mit starker Einschnürung am Pylorus. Die Füllung in der Pars pylorica ist viel schlechter als im Fundus. Man sieht geringe Andeutungen von Dünndarmschlingen.

3. Bild nach 5 Stunden: Der Magen erscheint wieder größer, mit gleichfalls starker Einschnürung am Pylorus, doch ist die Füllung dünn und unscharf. Die Konturen sind schlecht. Der Dünndarm und Colon ascendens sind gut gefüllt. Colon transversum ist angedeutet.

4. Bild nach 7 Stunden: Ein Rest mit ganz verschwommenen Konturen befindet sich im Magen. Einige untere Dünndarmschlingen sind gefüllt, ebenso der ganze Dickdarm, Colon transversum am wenigsten gut. Das ganze Bild ist etwas unscharf.

5. Bild nach 9 Stunden: Im Magen sieht man noch einen ziemlich diffusen und dünnen, scheinbar an den Wänden hängenden Rest. Auch einige Dünndarmschlingen sind noch angedeutet. Colon ascendens ist mit einer Unterbrechung, der übrige Dickdarm ziemlich gut gefüllt.

6. Bild nach 11 Stunden: Magen und Dünndarm sind leer. Der Anfang des Colon ascendens ist gut gefüllt. Die weitere Füllung bis zur Mitte des Colon transversum erscheint verschwommen und teilweise von Luftblasen unterbrochen. Weiterhin sieht man wieder gute Füllung des sich ziemlich breit darstellenden Dickdarms. Nur im Colon descendens befindet sich eine weniger gut gefüllte Stelle.

7. Bild nach 13 Stunden: Colon ascendens und Flexura hepatica erscheinen gering gefüllt, Colon transversum dagegen besser. Mit geringer Unterbrechung folgt ziemlich gute aber etwas fleckige Füllung des übrigen Dickdarms.

8. Bild nach 24 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

II. Versuchreihe mit 0,001 g Atropin. (Tafel XXXVIII.)

Der Hund wurde am 8. V. 14, morgens 10 Uhr, gefüttert und ihm 1 mg Atropium sulfuricum injiziert. Die Aufnahmen erfolgten um $10^1/_4$, 12, 1, 3, 5, 7 und 9 Uhr, sowie am andern Tag um 9, 11 und 2 Uhr. Zwischen den Aufnahmen durchleuchtete ich den Hund.

1. Bild nach $^1/_4$ Stunde: Der Magen ist gut gefüllt und liegt fast quer. Die Randkonturen sind schlecht. Die Füllung ist in der Pars pylorica etwas fleckig.

2. Bild nach 2 Stunden: Der Magen ist noch gut gefüllt, doch mehr schräg gestellt mit starker Einschnürung am Pylorus. Die Randzonen und Pars pylorica erscheinen fleckig. Zwei Dünndarmschlingen sind angedeutet.

3. Bild nach 3 Stunden: Man sieht fast das gleiche Bild mit noch stärkerer Einschnürung am Pylorus.

4. Bild nach 5 Stunden: Der Magen erscheint unverhältnismäßig groß und fleckig mit ganz unscharfen Konturen. Im Fundus rechts sieht man eine größere Luftblase. Fundus, Antrum und Pars pylorica sind nicht voneinander zu unterscheiden, sondern sie bilden eine große verschwommene Masse. Der Dünndarm ist gering gefüllt. Ein Stück des Colon ascendens scheint angedeutet zu sein.

5. Bild nach 7 Stunden: Der Magen stellt sich ähnlich, wie auf dem vorigen Bild dar, nur etwas kleiner. Der Dünndarm ist diffus und ohne, daß die einzelnen Schlingen sich deutlich voneinander abheben, gefüllt. Colon ascendens erscheint verhältnismäßig deutlich, Colon transversum ist dagegen nur angedeutet. Colon descendens hebt sich durch großfleckige Füllung, das Rektum durch dunklere Schattierung deutlich und breit von der Umgebung ab.

6. Bild nach 9 Stunden: Im Magen befindet sich ein verschwommener, fleckiger Rest. Die Dünndarmfüllung ist nur noch schlecht angedeutet. Colon ascendens zeigt klumpenartige, unterbrochene Füllung; es folgt dann das etwas besser hervortretende Colon transversum. Ferner bemerkt man eine schlechte, fleckige, an den Wänden sitzende Füllung der Flexura lienalis, des Colon descendens und Rektum. Es läßt sich deutlich eine außergewöhnlich breite Form des Darmes erkennen.



7. Bild nach 11 Stunden: Magen und Dünndarm sind leer. Der Anfang des Colon ascendens zeigt deutliche Füllung, die in seinem weiteren Verlauf ganz schwach und erst in der Mitte des Colon transversum wieder besser wird. Der übrige Dickdarm ist zwar deutlich zu sehen, aber doch vielfach eingeschnürt und ausgespart.

8. Bild nach 23 Stunden: Man bemerkt ganz spärliche, breite, in der Flexura hepatica unterbrochene, sonst aber ziemlich kontinuierliche Füllung des Dickdarms, die im Rektum am deutlichsten ist.

9. Bild nach 25 Stunden: Im Colon ascendens und Anfang des Colon transversum befindet sich ein langer, aber spärlicher Rest. Im Colon descendens und Rektum erscheinen schlecht sichtbare, aber doch den ganzen Darm besonders unten breit darstellende Reste.

10. Bild nach 28 Stunden: Der Darm ist vollständig leer.

Die Bilder dieser zwei Versuchsreihen mit Atropin sind viel weniger klar und eindeutig, als die der Normal- und Istizinserien. Im ganzen Magen- und Darmkanal macht sich vielfach eine eigenartige, fleckige und verschwommene Füllung geltend, besonders in der zweiten Serie. In der ersten Versuchsreihe, in der 0,0005 g Atropin gegeben wurde, ist eine Änderung der Verweildauer der Baryumsulfatmahlzeit im Magen und Darmkanal kaum zu bemerken, wenn auch der Magen ebenso wie in der zweiten Serie erst nach 11 Stunden leer war, was normalerweise schon nach 9 Stunden der Fall ist. Der Rest im Magen nach 9 Stunden ist zu gering, als daß man ihn in diesem Sinne verwerten könnte. Die auf verschiedenen Bildern hervortretenden starken Einschnürungen, besonders am Pylorus, aber auch im Dickdarm, können wohl auf vertiefte peristaltische Wellen zurückzuführen sein, die durch die erregende Wirkung des Atropins bedingt sind. Doch habe ich vor dem Röntgenschirm niemals sonderlich gesteigerte Peristaltik gesehen. Letzteres würde sich mit den Beobachtungen von Berger und Henius decken. In der zweiten Versuchsreihe mit 0,001 g Atropin, also schon einer für einen Hund von 4,5 kg Körpergewicht ziemlich großen Gabe, ist entschieden eine Verzögerung der Entleerung des Magens und vor allem des Darmes zu konstatieren. Wenn auch zwischen 25 und 28 Stunden nach Eingabe der Kontrastmahlzeit keine Aufnahme gemacht wurde, so habe ich mich doch zwischendurch vor dem Röntgenschirm überzeugt, daß der Darm nicht leer war. Einwandfrei ist auf jeden Fall die breite Darstellung des Dickdarms, wodurch die erschlaffende und lähmende Wirkung des Atropins zum Ausdruck gebracht wird. Das stimmt also vollkommen überein mit den von Massini beim Menschen gemachten Beobachtungen und beweist die Berechtigung der klinischen Anwendung des Atropins bei Spasmen des Darmes. Zum Schlusse möchte ich die Resultate meiner Versuche noch einmal in einer vergleichenden Tabelle zusammenstellen.

Normal:

	voll	leer
Magen:	Sofort nach Eingabe der Mahlzeit.	nach 9 Stunden.
Dünndarm:	Beginn der Füllung nach 1 Stunde. Größte Füllung nach 3—5 Stunden.	nach 11 Stunden.
Dickdarm:	Beginn der Füllung nach 5—6 Stunden. Größte Füllung nach 9—11 Stunden.	nach 25—26 Stunden.

Istizin:

		voll	leer
Magen:	0,3 g	sofort nach Eingabe der Mahlzeit.	nach 9 Stunden.
	0,6 g	„ „ „ „ „	— —
	1,2 g	„ „ „ „ „	nach 5 Stunden.
	1,2 g	„ „ „ „ „	— —



		voll	leer
Dünndarm:	0,3 g	Beginn der Füllung nach 1 Stunde. Größte Füllung nach 3—4 Stunden.	nach 9 Stunden.
	0,6 g	— — — —	— —
	1,2 g	Beginn der Füllung nach 1 Stunde. Größte Füllung nach 3—5 Stunden.	nach 11 Stunden.
	1,2 g	— — — —	— —
Dickdarm:	0,3 g	Beginn der Füllung nach 4 Stunden. Größte Füllung nach 5—7 Stunden.	nach 26 Stunden.
	0,6 g	— — — —	nach 17 Stunden.
	1,2 g	Beginn der Füllung nach 5 Stunden. Größte Füllung nach 7—9 Stunden.	— —
	1,2 g	— — — —	nach 20 Stunden.

Atropin:

		voll	leer
Magen:	1/2 mg	sofort nach Eingabe der Mahlzeit. Starke Einschnürung am Pylorus.	nach 11 Stunden.
	1 mg	wie bei 1/2 mg.	nach 11 Stunden.
Dünndarm:	1/2 mg	Beginn der Füllung nach 3 Stunden. Größte Füllung nach 5 Stunden.	nach 11 Stunden.
	1 mg	Beginn der Füllung nach 2 Stunden. Größte Füllung nach 5—7 Stunden.	nach 11 Stunden.
Dickdarm:	1/2 mg	Beginn der Füllung nach 5 Stunden. Größte Füllung nach 7—9 Stunden. Darmlumen breit.	nach 24 Stunden.
	1 mg	Beginn der Füllung nach 5 Stunden. Größte Füllung nach 7—9 Stunden. Darmlumen sehr breit.	nach 28 Stunden.

Literaturverzeichnis.

Bennecke: Klinische Beobachtung über Istizin, ein neues Abführmittel. Münch. med. Wochenschrift 1913, Nr. 50.

v. Berger und Henius: Röntgenverfahren im Dienste der Erkennung und Behandlung der Magen- und Darmerkrankungen. Sammelreferat der Deutschen med. Wochenschrift 1912.

v. Bergmann und Katsch: Über Darmbewegung und Darmform. Deutsche med. Wochenschrift 1913, Nr. 27.

Ebstein: Istizin, ein neues Abführmittel. Med. Klinik 1913, Nr. 18.

v. Cankrin: Über Istizin. Deutsche med. Wochenschrift 1914, Nr. 5.

Eulenburg: Realenzyklopädie der gesamten Heilkunde, Bd. 2, S. 76 ff.

Faulhaber: Die Röntgendiagnostik der Darmkrankheiten. Sammlung zwangloser Abhandlungen aus dem Gebiet der Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten von Prof. Albu. Bd. 5, Heft 1.

Fischer: Über Istizin, ein neues Abführmittel. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte 1914, Nr. 5.

Fleiner: Verdauungskrankheiten. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung 1912, Heft 3.

Günther und Bachem: Bariumsulfat als schattenbildendes Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen. Zeitschr. f. Röntgenkunde, Bd. 12, 1910.

Gottlieb und Meyer: Die experimentelle Pharmakologie als Grundlage der Arzneibehandlung, S. 162 ff.

Fröhlich und Löwi: Untersuchungen zur Physiologie und Pharmakologie des autonomen Nervensystems 1908. Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. 59, S. 34.

Fujitani: Einige Versuche am isolierten Froschmagen 1910. Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. 62, S. 118.
Hagen: Über die Wirkung des Atropins auf den Darmkanal. Inauguraldissertation 1890.
Hübler, Das neue Abführmittel Istizin. Die Therapie der Gegenwart 1914, Heft 6.
Klare: Zur Behandlung der Obstipation mittels Istizin. Deutsche med. Wochenschrift 1914, Nr. 9.
Krause und Schilling: Die röntgenologischen Untersuchungsmethoden zur Darstellung des Magendarmkanals mit besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen XX.
Maly: Jahresberichte für die experimentelle Tierchemie.
Magnus: Wirkungsweise und Angriffspunkte einiger Gifte am Katzendarm. Pflügers Archiv, Bd. 108, S. 1.
Magnus: Die Wirkung kleinster Atropinmengen auf den Darm. Pflügers Archiv, Bd. 123, S. 95.
v. Mering: Lehrbuch der inneren Medizin.
Matthes, Erkrankungen des Darmes.
Nothnagel: Über Darmverengerung. Die deutsche Klinik, Bd. 5, S. 121ff.
Swirski: Über die kombinierte Wirkung von Atropin und Morphin auf den Magendarmkanal hungernder Kaninchen. Pflügers Archiv, Bd. 121, S. 211.
Tappeiner, Arzneimittellehre, S. 248ff.
Unger: Beiträge zur Erkenntnis der Wirkungsweise des Atropins und Physostigmins auf den Dünndarm von Katzen. Pflügers Archiv, Bd. 119, S. 373ff.

Correspondenzen[1]).

Mitteilung der Deutschen Röntgen-Gesellschaft.

Des Krieges wegen muß der diesjährige Kongreß bis auf weiteres vertagt werden. Dringende Angelegenheiten der Gesellschaft erledigt der stellvertretende Vorsitzende, Professor Levy-Dorn (Berlin W, Kurfürstendamm 2), weniger dringliche der Vorsitzende für 1915, Prof. Grashey (Adresse: Stabsarzt Grashey, Kriegslazarettabteilung des K. bayer. 1. Armeekorps, Etappeninspektion).

Kriegserlebnisse im Osten

von

Stabsarzt Dr. **Strauß**-Berlin, z. Z. Chefarzt einer Sanitätskompagnie.

Als Röntgenologe in der Schlachtfront zu stehen, hat seinen besonderen Reiz. Fern von dem gewohnten Hilfsmittel, dessen Unentbehrlichkeit ich mit jedem Tage mehr empfinde, die Diagnose stellen zu müssen, das erinnert an die längst vergangenen Tage der Studentenzeit, in welcher man noch nichts wußte von der gewaltigen Entdeckung Röntgens. Wenn ich hier einleitend die Unentbehrlichkeit der Röntgenapparate im Kriege hervorhebe, so möchte ich sofort betonen, daß ich damit nicht als Spezialvertreter unserer Disziplin spreche und ganz unbefangen im Urteil bin. Ich selbst habe sowohl in meiner Dienststelle wie in verschiedenen Publikationen stets ausgesprochen, daß es ein Unding ist, die Röntgeneinrichtung bis in die vorderste Linie mitzuführen — wie es sanguinische Spezialkollegen fordern — und habe immer den Standpunkt vertreten, daß erst das Kriegslazarett die Segnungen dieses Hilfsmittels richtig zu verwenden in der Lage ist. Von diesem — vor meinem Abgang zur Front — festgelegten Standpunkt habe ich nichts zurückzunehmen, an demselben halte ich auch fest, nachdem ich Fronterlebnisse zu sammeln in der Lage war. Daß die Verhältnisse dies jetzt noch zur dira necessitas machen, ist schmerzlich, indessen muß man sich damit abfinden. Wie sich nun aber diese Verhältnisse in der Front gestalten, dem seien diese Zeilen gewidmet.

Über Sanitätsformationen ist überall viel geschrieben worden. So manches ist entstanden auf Grund einseitiger Erfahrung ohne Berücksichtigung des Umstandes, daß die örtlichen Verhältnisse im Osten und Westen grundverschieden sind, vieles gründet sich auf die verwöhnten Ansprüche des Klinikers, der eine zu geringe Beachtung seiner Sonderwünsche bemängelt, allen Erörterungen und Vorschlägen zur

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Klopstockstr. 10, Hamburg, zu richten.

Verbesserung ist aber das eine gemeinsam: das völlige Übersehen des Umstandes, daß jede auch nur die kleinste Änderung innerhalb des Aufstellens der Sanitätsformationen die Zahl der mitzuführenden Wagen um ein Unendliches vermehren würde. Wer sich vergegenwärtigt, daß die mitzunehmenden Fahrzeuge eines Armeekorps schon an sich die Marschtiefe eines völligen Tagemarsches besitzen, der wird einsehen, daß sich eben hier nur in der Beschränkung der Meister zeigt.

Lebenszweck der Sanitätsformationen der fechtenden Truppe ist der Abtransport. Hier helfen keine Beschönigungen, hier gibt es keine reflektierenden Betrachtungen, hier muß man offen aussprechen: nur diese Formation taugt etwas, welche schnell den Verwundeten aus dem Feuer, der Nässe, der Kälte und den gefahrvollen Zuständen der Sekundärinfektion herausholt und ihn dorthin bringt, wo Ruhe und Zeit ist, d. h. ins Kriegslazarett. Wie dies geschieht, richtet sich nach den äußeren Umständen, nach den vorhandenen Hilfsmitteln (Automobil, vorgezogene Eisenbahn usw.). Daß es aber schnell geschieht, ist die Kardinalforderung. Hier wird man nun fragen: was leistet denn eigentlich noch der Arzt? Ist er damit nicht fast schon überflüssig, denn Abtransport wäre eigentlich Sache des Trains, genau so wie er die Munition und die Lebensmittel abtransportiert. Dies wäre nun ein Trugschluß.

Als seinerzeit die Chirurgie ihren Siegeszug in der Medizin begann, als die Laparatomie ihre Schrecken verlor und zur täglichen Erscheinung in der Klinik wurde, da war es eine Forderung des Tages, daß alle Chirurgen (die Gynäkologen eingeschlossen) in die Front müssen, um sofort an Ort und Stelle zu operieren. Der Erfolg dieser Maßnahme war ein schlechter und seit geraumer Zeit ist dieser Standpunkt verlassen. Es wäre nun ebenso verkehrt, einfach ins Gegenteil überzugehen, aus dem Zuviel-Operieren ein Nichtstun werden zu lassen. Der Arzt der vordersten Linie kann unendlich viel leisten, er kann sogar bis zu einem gewissen Grade eine Größe des Handelns erreichen, wenn er nur seine Maßnahmen entsprechend der Notwendigkeit trifft. Aber gerade hierin liegt die unendliche Schwierigkeit, denn an das Handeln aus der Situation heraus muß man sich erst gewöhnen und hier liegt das Neue für den modernen Mediziner. Wer rechnet denn von uns allen a priori mit Mangel an Beleuchtung? Insbesondere der Röntgenologe, der nur an das Arbeiten im Laboratorium und in der Klinik gewöhnt ist, ist hier der mit am stärksten betroffene. Die „polnische Finsternis" ist im östlichen Deutschland schon immer ein geflügelter Ausdruck gewesen, was sie aber tatsächlich bedeutet, das lernte man erst aus eigener Anschauung beurteilen. Schon im November saß man viele Stunden des Tages im Stockdunkeln, selbst in Städten mit fast 100000 Einwohnern war ein unangenehmer Lichtmangel vorhanden. Das kulturarme Polen kennt ein Lichtbedürfnis nicht, auf dem flachen Lande findet man überhaupt keine Lampen. Hier muß sich eben der Arzt zu helfen wissen. Wer erst bei dem Scheine des Herdfeuers das Einrichten einer Oberarmluxation und mit der Beleuchtung einer Radfahrerlampe eine Laparatomie vorzunehmen gezwungen war, der weiß sehr bald, daß er der Beleuchtungsfrage sein Hauptaugenmerk zuzuwenden hat. Stolz vielleicht, nun in ferner vorkommenden Fällen besser Bescheid zu wissen und Kriegserfahrung gesammelt zu haben, muß man dann die kleine Ernüchterung erleben, daß Ziffer 135 der Kriegs-Sanitätsordnung dies alles längst vorgesehen hat; man hatte es nur nicht beachtet. Statt dessen folgt man mit dem gespanntesten Interesse den Erörterungen namhafter Chirurgen, ob man Magendarmverletzungen nach 8 Stunden (Enderlen) oder 9 Stunden (Lexer) noch operieren könne, ob der tangentiale Kopfschuß die Trepanation erfordere, ob man beim Halsschuß die Tracheotomie zu viel oder zu wenig ausführe. Es liegt mir nun absolut ferne, den außerordentlich hohen Wert aller dieser Veröffentlichungen verringern zu wollen, aber ihre Bedeutung ist eine mehr friedensmäßige. Ich habe es nach außerordentlich blutreichem Gefecht mit einem bitteren Gefühl der Resignation empfunden, daß alle diese bis dahin mein ganzes ärztliches Denken unterminierenden Fragen praktisch nur eine überbescheidene Rolle spielen. Nur ein einziger Fall von Halsverletzung kam mir überhaupt zu Gesicht, der die Tracheotomie indiziert erscheinen ließ, nur wiederum ein einziger Bauchschuß ließ mich reflektierend erwägen, ob die Laparatomie noch rechtzeitig ausführbar sei, nicht ein einziger Schädelschuß gab mir Veranlassung zur richtigen Trepanation, obwohl ich sogar als getreuer Mitarbeiter Fedor Krauses mich ganz speziell mit dem ganzen Trepanationsinstrumentarium im Sinne modernster Gehirnchirurgie vorgesehen hatte. Das Heer der Schädelschüsse kam in hoffnungslosem Zustand in meine Hände, es gelang uns in der vordersten Linie nicht auch nur einen einzigen vom Hauptverbandplatz lebend abzutransportieren, für eine Encheirese war keiner indiziert. Alle diese Fragen gewinnen indessen enorm an Bedeutung für die weiter von der Schlachtfront abliegenden Sanitätsformationen und ganz besonders ist es das Kriegslazarett, das wahrscheinlich zu ganz anderen Schlüssen kommen wird. Im Kriegslazarett strömen die besonderen Fälle großer Truppenverbände zusammen, die Sanitätskompagnie — die Formation der vordersten Linie — sieht nur die Verwundeten einer Division. Das sind — um eine ungefähre Ziffer zu nennen — einschließlich der in unsere Hand gefallenen feindlichen Verletzten etwa 700 beim lebhaften Gefecht. Diese 700 Verwundeten sind nun transportfähig zu machen, eine Aufgabe, deren Bedeutung jeder empfindet, deren Schwierigkeit fast jeder übersieht. Das Zusammenströmen dieser auf etwa 70 Krankenwagen beförderten Verwundeten findet zum großen Teil in der Dunkelheit statt und nun kommt das Schrecknis der Nacht. Da liegen die halberfrorenen zer-

schmetterten und verhungerten Menschen soweit das Auge im Fackelschein reicht, ohrenzerreißend sind ihre Klagen, es bedarf einer Zola-Feder, diesen Jammer der Menschheit zu schildern. Ein sinngemäßes Handeln — eine Reihenfolge der Versorgung, je nach der Schwere des Falles — ist nur in großen Zügen durchführbar. Wer am lautesten wehklagt, kommt zuerst, jedes bessere Sichten, das bei Tage einfach ist, fällt weg. Auch alle die kleinen Hilfsmittel (Morphium-Injektionen, bessere Lagerung, warmes Getränk), die bei Tage den Unglücklichen vorläufig zuteil werden, sie werden in der Nacht illusorisch, wenn der Fackelschein die Stellung verrät und wegfallen muß oder wenn das Beleuchtungsmaterial zu Ende geht. Verzweifelt greift der Arzt dann zum elektrischen Taschenlämpchen und nachdem dies auch verbraucht ist, handelt er in der Dunkelheit, so gut es eben geht. Und nun erst geht die eigentliche Wundversorgung vor sich. Erfahrungsgemäß sind es besonders die Knochenschüsse, welche die Mehrzahl der Verletzungen bilden und längere Zeit den Arzt in Anspruch nehmen. Schon das schmerzlose Auskleiden des Verwundeten dauert lange, das Ausziehen der Stiefel, die gelegentlich monatelang nicht vom Fuße kamen, ist ein Kunststück. Das Aufschneiden der Kleider ist hier zwar das einfachste für den Moment, aber schädigend für die Folge. Später bedarf man dann wieder des wärmenden Kleiderschutzes, mithin muß man mit dem Zerschneiden sehr sparsam sein. Nun ist endlich der Verletzte ausgekleidet, zur Anlegung des Stützverbandes bei stark zerschossenen Gliedern erweist sich die Narkose dann oft als nötig. Ätherrausch ist sicher das beste, doch muß häufig Chloroform aus Gründen äußerer Art verwandt werden, jetzt erst beginnt die eigentliche Arbeit. Diese sämtlichen Vorgänge erledigen sich in der Klinik im Handumdrehen, sie sind auf dem Hauptverbandplatz enorm zeitraubend. Schon die Raumfrage ist beängstigend, Zimmer von 6 m Länge sind schon die besten. Gelangen hier gleichzeitig zwei Schwerverwundete zur Versorgung, so beginnt schon eine qualvolle Enge. Man hilft sich nun, indem man an mehreren Stellen gleichzeitig arbeitet. Dies ist nur unter rationellster Ausnützung des Ärztepersonals und Sanitätsmaterials im Höchstfalle an vier Stellen gleichzeitig möglich. Was hier aufgearbeitet werden kann, geschieht nun, aber der Rest muß warten, ein Warten, das entsetzlich ist. Da es absolut an Räumlichkeiten fehlt, um die unversorgten Verwundeten dem Witterungseinfluß zu entziehen, so haben wir Erdhöhlen von riesigem Umfang gebaut, heizbar mit guten Öfen, so daß man wenigstens 60—70 dieser Unglücklichen vor Frost bewahrt, sie laben kann und eher zu beobachten vermag. Wiederholt gelang es uns so, die Differentialdiagnose zwischen Wundschuß und schwerer innerer Verletzung zu stellen, manche große Operation konnte erspart und die gewonnene Zeit den anderen gewidmet werden, — nur durch die Möglichkeit der Beobachtung.

Was nun die Erfolge der Stützverbände betrifft, so kann man sich von dem Segen dieser Wirkung im Frieden kaum einen Begriff machen. Dieselben Verwundeten, die eben noch schrien und tobten, sind sofort — wie mit einem Schlage — ihre Schmerzen los, sie lachen freundlich, wenn man sie nach einigen Stunden nach ihrem Befinden frägt, sie sind glücklich, im warmen Raum zu sein und etwas Nahrung zu sich genommen zu haben. Diese sind es, die den Arzt zu preisen wissen und seine Kraft zu helfen nunmehr überschätzen. Nur einen Ausnahmefall erlebte ich. Es war ein Kammerdiener, der nach dem Stützverband nicht die gemachte Euphorie zeigte. Ich hielt ihn schon für einen wehleidigen Menschen, doch belehrte mich eine eingehende Untersuchung, daß der Ärmste eine interkurrente Pneumonie hatte. War es Narkosenwirkung? Bestand sie schon vorher? Ich weiß es nicht. Wer mit zerschmettertem Bein stundenlang in den Sümpfen der Pilica-Gegend gelegen hat, kann sich wohl eine Pneumonie erwerben!

Der Schrecken der Dunkelheit wird nun wieder akut, wenn der Verwundete versorgt ist und bis zum Abtransport nach dem Feldlazarett in Häusern untergebracht wird. Das polnische Haus ist ein elendes Ding, es besteht aus einer Esse, um welche herum eine Hütte angelegt ist. Fester gemauert ist nur die Esse, sie bleibt bei den zahllosen Bränden der Häuser, die wir im Kriege beobachten können, allein noch übrig und ragt aus dem Schutt hervor. In solcher Hütte nun hausen Leute und Tiere, dazu enorm viel Ungeziefer, das den Flecktyphus bringt. Aus diesen Häusern muß erst alles hinaus, denn jede Bettstelle ist eine Infektionsquelle. Jammernd schreien die Einwohner in der Annahme, daß ihr bischen Eigentum nun zerstört werde, bis ein polnisch sprechender Soldat sie aufklärt und beruhigt. Resigniert ziehen die Polen dann davon, sie glauben uns, was man ihnen sagt, und sind vom Rechtsgefühl der Offiziere überzeugt. In diese elenden Hütten voll Unrat und Ungeziefer kommt nun als ultima ratio der Verwundete. Und nun wird es dunkel. Wer sorgt für ihn, wer ist ihm — dem hilflosen — beim Stuhlbedürfnis zur Hand? Alles ist finster, das bißchen Beleuchtungsmaterial ist im Operationsraum nötig, die Laternen braucht man vorne im Gefechtsgelände, wo die Verwundeten doch auch erst gesucht werden müssen. Hier hilft nur eine Riesenenergie sämtlicher Dienststellen, eine organisatorische Arbeit bis zum äußersten, ein Mitreißen aller Mannschaften. Dann aber ist es möglich und ich halte es für einen Mangel an organisatorischer Gabe des einzelnen, wenn Klagen geführt werden.

Als weit geringerer Nachteil erweist sich im Vergleich zur Dunkelheit die Kälte. Dörfer sind in Polen doch noch recht reichlich vorhanden und wo es an Häusern fehlt, da greift man zu eingegrabenen Unterständen. An Heizgelegenheit ist auf dem flachen Lande kein Mangel. Waldungen sind zahllos da,



wo Öfen fehlen, werden sie gebaut. Etwas anderes ist es in den Städten. Kohle fehlt hier sehr stark. Die Betriebe stehen still. Mir ist in Tschenstochau mitten in einer Röntgenaufnahme passiert, daß der Strom aufhörte — Mangel an Heizmaterial.

Schaudervoll ist hier alles, was Wege heißt. Wohl sind auf den Karten Chausseen vermerkt, aber mit denselben ist es übel bestellt, böse Zungen behaupten, das dafür ausgesetzte Geld sei unterschlagen und als Äquivalent der Weg dann als Chaussee auf der Karte eingezeichnet. Hier bleiben alle Wagen im Schlamm stecken, der Fußsoldat muß in die Radspeichen greifen, vom Nachbargespann werden die Pferde vorgelegt und endlich kommt man über die Sumpfstellen hinaus. Dabei wird stets an diesen Wegen gebaut und oftmals gelingt es unseren Truppen solche Moraststellen in gangbare saubere Straßen umzuwandeln, eine Hilfe, die natürlich beim schnellen Vorrücken wegfällt und bei Hindenburgs Siegeszug nach vorwärts illusorisch war. Ich betone dies als Röntgenologe ganz besonders, da in Radiologenkreisen oft heftig gestritten wurde, ob nicht die Umwandlung aller Feldröntgenwagen in Automobile das einzig Richtige sei. Ich habe an verschiedenen Stellen stets diesem Einwurf entgegenzutreten mich für berechtigt gehalten und dabei auf die Verkehrsstraßen des Ostens hingewiesen. Im allgemeinen Interesse hätte es ja sicher gelegen, wenn meine damals ausgeführten Gründe sich als nicht stichhaltig erwiesen hätten, leider zeigten sich aber die östlichen Wege noch viel trostloser als unsere kühnsten Erwartungen es vermuten ließen, selbst auf den relativ guten Wegen konnte zeitweise kein Automobil mehr verkehren. Auf diesen entsetzlichen Wegen erfolgt nun der Abtransport der Verwundeten.

Zur großen Gefahr für die fechtende Truppe wurde die Ungezieferfrage. Eine Truppe, die seit Monaten mit der Reinigung auf gespanntem Fuß steht, verlaust und die Läuse rücken — wie bereits angedeutet — die Infektionsgefahr mit Flecktyphus in die Nähe. Auch hier griff ich bei der Truppenentlausung zum Hilfsmittel des Erdunterstandes. Eine riesige Erdhöhle wurde gebaut, mit drei Öfen gut geheizt und nun darin die Kompagnien entlaust. Ein in der Nähe befindlicher, zusammengeschossener russischer Bahnhof zeigte einen großen Trümmerbestand von herrlichen Ofenkacheln. Diese ließ ich sammeln und eine ideale Badewanne daraus errichten. Nun wurde der Mann mit Wasser und Seife tüchtig gereinigt, seine Kleider — während der Reinigungsprozedur — im Desinfektionsapparat sterilisiert und der Gefahr des Flecktyphus entzogen. Aber nicht nur der nichtchargierte Soldat, auch der Offizier ist mit Ungeziefer übersäht. Ich selbst denke nur mit Ekel an eine Dezembernacht, in welcher ich am ganzen Körper keine ungezieferfreie Stelle hatte, ein anderes Mal verband ich gerade einen sibirischen Schützen und sah zu meinem Entsetzen, daß mir die Läuse der Verwundeten auf die Hand krochen. So infiziert sich der Arzt besonders leicht und ich glaube, daß der Tod verschiedener Kollegen so zu erklären ist.

Ein anderes Schreckgespenst drohte uns, als plötzlich die Cholera auftauchte und — trotz der Schutzimpfung — Todesfälle in unserer Truppe zu beklagen waren. Und trotzdem zeigten gerade diese sporadischen Choleraerkrankungen, auf welch' bewundernswerter Höhe unsere Heereshygiene steht, denn die sofort ergriffenen Maßnahmen hatten den glänzenden Erfolg, daß jedes Verbreiten der Seuche unmöglich war. Die Cholera wurde durch die Russen übertragen, indem ein von den Russen besetztes Dorf, in welchem Cholerakranke gelegen hatten, von unserer Truppe genommen und belegt wurde. Hierbei erwarben sich einige Soldaten die Ansteckung. Dieser Vorfall wirft ein Streiflicht auf russische Heereshygiene. Zu allen Zeiten waren die russischen Truppen verseucht, allein im Krimkriege starben 800000 Mann an Seuchen. Einem Gerücht zufolge soll auch jetzt wieder die Seuchengefahr die russischen Heere bedrohen und man findet bereits in den Tageszeitungen die Ansicht vertreten, daß die Seuchengefahr für Rußland eine schwerwiegendere sei als die wirtschaftliche. Ich bin außerstande hier aus eigener Anschauung etwas zu sagen. Sicherlich sind die Kriegsseuchen im russischen Heer sehr verbreitet, ob ihnen die eben zitierte Bedeutung zukommt, weiß ich nicht. Aber eines habe ich beobachtet, das ich in Ergänzung der wirtschaftlichen Frage sagen kann. Es ist absolut unzutreffend, wenn man die russischen Truppen immer als verhungert bezeichnet. Ich habe ungezählte Gefangenentransporte gesehen und hierauf stets besonders geachtet. Ich beobachtete immer sehr wohl gefüllte Brotbeutel, ebensowenig kann ich bestätigen, daß die Bekleidung der Russen mangelhaft war. Von diesen beiden Mängeln, die in unseren Tageszeitungen so viel erörtert werden, habe ich keinen festzustellen vermögen. Der russische Soldat, den ich gesehen habe, war immer gut gekleidet und reichlich ernährt. Wenn er trotzdem lachend und fidel in die Gefangenschaft zog — ganz im Gegensatz zu den gefangenen Franzosen, die ich im August gesehen habe —, so liegt das in seinen Nationaleigenschaften. Der Russe hat — abgesehen von Kosaken und sibirischen Truppen — nichts angeboren Kriegerisches. Das harte Ringen mit der Notwendigkeit, das dem Deutschen im Krieg wie im Frieden leicht fällt, ist dem Slawen nicht gegeben. Ich möchte daher durchaus es für glaubhaft halten, daß bei diesem Volkscharakter das Ausbrechen der Heeresseuchen unendlich deletär auf die Stimmung einwirkt, während unsere Truppen die erteilten Belehrungen über die Seuchengefahr mit Intelligenz aufnahmen, die gegebenen Vorschriften verständig befolgten, sonst aber auch nicht die leiseste Spur von Furcht zeigten, ja im Gegenteil, vielfach ließen die Mannschaften dem Humor die Zügel schießen.



Zum Schlusse seien mir einige Bemerkungen gestattet über das, was ich nicht gesehen, aber zu sehen erwartet habe. In erster Linie ist die Truppe meines Wirkungsbereiches vor Tetanus bewahrt geblieben. Der einzige Tetanusfall, den ich hier behandelt habe, betraf einen polnischen Jungen. Ferner ist mir eine Aneurysmabildung infolge Schußverletzung hier nicht zu Gesicht gekommen. Bekanntlich hat man dieser Art von Gesäßverletzung seit den letzten Feldzügen eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt und neuerdings macht Goebel darauf aufmerksam, daß in diesem Kriege das traumatische Aneurysma selten sei. Ich beobachtete es nur ein einziges Mal im Heimatsgebiet nach der Schlacht von Tannenberg.

Wenn ich aus meinen Erinnerungen nun das Fazit für unsere Spezialdisziplin ziehe, so glaube ich, daß wir alle die Bedeutnng der Röntgenstrahlen für die Kriegsdiagnostik nicht über-, sondern unterschätzt haben. Das Heer der Wirbelverletzungen ist ohne tadellose Röntgenunterstützung fast gar nicht der chirurgischen Therapie zugänglich zu machen. Viele Kopfstreifschüsse würden bei der Röntgenuntersuchung Arzt und Patienten vor unliebsamen Überraschungen behüten. Selbst abdominelle Fälle geben zur Untersuchung mit x-Strahlen reichlich Veranlassung. Über reine Knochenschüsse brauche ich an dieser Stelle nicht zu sprechen. Was die Röntgentherapie betrifft, so kann ich hier nur Vermutungen aussprechen. Ich bin vielleicht später in der Lage, an der Hand der von mir beobachteten und dann in den rückwärts liegenden Formationen radiologisch behandelten Fälle eingehend zu berichten. Es betrifft dies besonders eine Bronchial-Neuralgie, desgl. zahlreiche Hautkrankheiten, Narbenschmerzen usw. Über die analgesierende Wirkung der Röntgenstrahlen bei frischen Wunden habe ich Erfahrungen nicht sammeln können, stehe aber hier einer praktischen Verwendbarkeit absolut ablehnend gegenüber. Sollten wir selbst später einmal dahin kommen, bei jeder Sanitätsformation der vordersten Linie schon Röntgenlicht zur Verfügung zu haben, so wird die analgesierende Wirkung der Strahlen niemals — wie manche Kollegen annehmen — verwendbar sein. Hier ist Morphium die Panazäe und bleibt es. Ganz anders liegt es mit der Beschleunigung des Heilungsprozesses, Anregung der Granulationsbildung, der Überhäutung usw. Über alle diese Fragen werde ich später noch anhanden eines größeren Materials an dieser Stelle berichten.

Bemerkungen zu den Ausführungen von Kienböck auf Seite 593

von

Dr. H. E. Schmidt.

Daß man zwischen Reagensdosen und Hautdosen unterscheiden muß, ist ja ohne weiteres klar; denn die Haut absorbiert immer weniger als Bariumplatinzyanür oder Bromsilber!

Trotzdem muß die Reagensdose immer in einem bestimmten Verhältnis zur Hautdose stehen, und die Dosimeter, bei denen das nicht der Fall ist, können wir eben nicht brauchen.

Daß die Relation zwischen Kienböck und Sabouraud-Noiré nur bei verschiedener Strahlenqualität eine andere ist, muß ich nach wie vor bestreiten; auch bei gleicher Strahlenqualität ist sie ganz verschieden; und eben darum kann ich mich mit dem Quantimeter nicht befreunden.

Was nun das Verhältnis der Reagensdose zur Hautdose betrifft, so ist es sicher, daß die Teinte B nach Sabouraud-Noiré oder wie wir der Einfachheit halber sagen wollen: die Dosis 1 S.-N. der Erythem-Dosis (1 E.-D.) entspricht bei einem Härtegrad von 5—7 We.

Je härter die Strahlung wird, desto mehr Volldosen nach S.-N. muß man applizieren, um 1. E.-D. zu erreichen. Das erklärt sich sehr einfach daraus, daß die S.-N.-Tablette von jeder Strahlung mehr absorbiert, als die Haut. Bei der für die Tiefentherapie üblichen 10—12 We.-Strahlung sind unter einem 3 mm dicken Aluminiumfilter erst etwa 4 S.-N. = 1 E.-D.

Aber wieviel x = 1 S.-N. sind, kann niemand sagen, da die 1 S.-N. entsprechende x-Zahl sowohl bei weicher als auch bei harter, sowohl bei unfiltrierter als auch bei filtrierter Strahlung ganz erheblich schwankt. Woran das liegt, ist schließlich gleichgültig; die Tatsache genügt, um das Quantimeter als nicht geeignet für die Dosierung der Röntgenstrahlen zu bezeichnen; das wäre es übrigens auch, selbst wenn es sonst zuverlässig wäre, schon aus dem Grunde, weil es kein „offenes“ Dosimeter ist, weil man die Dosis nicht direkt ablesen kann und nie weiß, ob man schon zu lange oder noch nicht lange genug bestrahlt hat. Gerade aus diesem Grunde hat ja Kienböck selbst von jeher die gleichzeitige Benutzung der S.-N.-Tablette empfohlen.

Auch andere Autoren konnten die Ergebnisse meiner Vergleichsuntersuchungen insofern bestätigen, als auch sie fanden, daß 1 S.-N. nicht 10 x, sondern meist einer erheblich größeren x-Zahl entspricht (Kirstein, Levy-Dorn, Heßmann, Nemenow). Insbesondere betont auch Kirstein die Regellosigkeit in den Angaben des Quantimeters. Bei Verwendung harter, durch 3 mm Aluminium filtrierter Strahlen fand er, daß das Quantimeter in 22,5 % der Versuche weniger zeigte als die Holzknecht-



skala; ebenso oft stimmten beide Messungen bis auf eine Differenz von $+1^1/_2$ x miteinander überein. Aber in 55 % der Fälle ergab das Quantimeter höhere Werte (Strahlentherapie, Bd. IV, S. 792).

Auch die Diskussion auf dem Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesellschaft im April 1914 über die verschiedenen Radiometer ist nicht gerade zugunsten des Quantimeters ausgefallen. Vielleicht veranlaßt die Lektüre der Verhandlungen der Deutschen Röntgen-Gesellschaft (Bd. X) auf Seite 175 und 187 Kienböck dazu, endlich einmal sachgemäße Nachprüfungen anzustellen, anstatt für sein Quantimeter mit theoretischen Erörterungen einzutreten, die der ganzen Sache nur schaden können und die Verwirrung noch vermehren.

Berichtigung.

In der Arbeit der Herren Dr. Immelmann und Dr. Schütze „Absorptionsmessungen mit dem Fürstenauschen Intensimeter auf S. 540 dieses Bandes, Zeile 16 von oben, muß es heißen: „Liefert die konstant arbeitende Röhre 10 F. pro Minute, so hat man in **15** Minuten 150 F. usw.“

Bücherbesprechungen.

Dr. med. et jur. Franz Kirchberg: **Die rechtliche Beurteilung der Röntgen- und Radiumschädigungen.** Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Ergänzungsband Nr. 32. Hamburg, Lucas Gräfe & Sillem. 1914. Preis M. 6,80.

Ein Buch, dem das größte Interesse nicht nur des Röntgenologen, sondern jedes Arztes sicher ist. Verfasser, Mediziner und Jurist in einer Person, hat es verstanden, uns in anschaulichster Weise die rechtliche Verantwortung bei der Ausübung der Strahlenbehandlung vor Augen zu führen, wobei an zahlreichen praktischen Beispielen die Punkte hervorgehoben werden, die den Arzt mit dem Gesetz in Konflikt bringen können. Die Einteilung in: Rechtliche Verhältnisse der Röntgen- und Radiumschädigungen, Röntgen- und Radiumschädigungen, Prozeßfälle von Röntgen- und Radiumschädigungen gruppiert den Stoff in übersichtlicher Form. Im Speziellen sind es die Resultate der Umfragen bei Haftpflichtversicherungen, die Haftpflicht für das dem Arzt unterstellte Hilfspersonal, sowie eventueller Kursteilnehmer u. a., die das besondere Interesse beanspruchen. Die Anschaffung des Werkes muß jedem empfohlen werden. E. Hayward (Berlin).

R. Pohl und P. Pringsheim: **Die lichtelektrischen Erscheinungen.** Sammlung Vieweg, Heft 1. Braunschweig 1914. 114 S. Preis 3 M.

Die „Sammlung Vieweg“, als deren erstes Heft das vorliegende Buch erschienen ist, hat sich die Aufgabe gestellt, Forschungsgebiete, die in der Entwicklung begriffen sind, zusammenfassend zu behandeln, um deren augenblicklichen Stand kennen zu lehren. Ein solches Gebiet stellt auch das der lichtelektrischen Erscheinungen, d. h. der bei der Absorption des Lichtes stattfindenden Abspaltung von Elektronen, dar, und die Verfasser, die auf diesem Gebiet seit einer Reihe von Jahren erfolgreich gearbeitet haben, waren deshalb in hohem Grade berufen, dessen Darstellung durchzuführen. Ihr Buch ist natürlich in erster Linie für Physiker bestimmt, indessen dürfte es auch für den Mediziner von nicht geringem Interesse sein, da die lichtelektrischen Erscheinungen z. B. mit den Fragen nach dem Aufbau der Atome und nach der Natur der chemischen Vorgänge aufs innigste verknüpft sind. Für den Röntgenologen kommt noch hinzu, daß ja auch die Röntgenstrahlen bei ihrer Absorption Elektronen auslösen, und daß also auch viele Beziehungen zwischen diesen beiden Erscheinungsgebieten stattfinden. Walter (Hamburg).

H. Gocht: **Die Röntgenliteratur.** III. Teil, 1912/13: Autoren- und Sachregister. Im Auftrag der Deutschen Röntgengesellschaft und unter Mitarbeit des Literatur-Sonder-Ausschusses. Verlag von Ferd. Enke. 1914. Stuttgart. 306 Seiten.

Mit großer Freude ist allseitig der erste Supplementband des großen Gochtschen Literaturwerkes aufgenommen worden. Er enthält entsprechend dem I. u. II. Teil ein Autoren- und ein Sachregister über das aus den Jahren 1912 u. 1913 vorliegende Material. Gleichzeitig finden sich unvermeidliche Lücken



der ersten Bände mit Sorgfalt ausgefüllt. Daß ganz vereinzelte kleine Versehen bei einer so enormen Arbeitsleistung sich nicht vollständig vermeiden lassen, ist selbstverständlich; die gelegentliche Erwähnung solcher Lücken in Referaten werden aber viele mit mir als ungerechtfertigt empfunden haben und ich kann nur die Bitte des Herausgebers unterstreichen, eventuelle kleine Korrekturen auf einer Postkarte mitzuteilen. Für jeden, der sich mit Röntgenologie beschäftigt, ist das Werk eine unersetzliche Hilfe, die ihm viel lästige Arbeit abnimmt. Wir wünschen dem Buch die verdiente allseitige Verbreitung und zollen dem Herausgeber unsern aufrichtigen Dank. Haenisch (Hamburg).

R. Fürstenau, M. Immelmann u. J. Schütze: **Leitfaden des Röntgenverfahrens für das röntgenologische Hilfspersonal.** Mit 281 Textabbildungen. Verlag von Ferd. Enke. Stuttgart 1914. 402 Seiten. M. 12.—.

Der Spezialröntgenologe wird sich sein Hilfspersonal natürlich selbst ausbilden und auf seine besondere Technik einüben; für die große Zahl der Ärzte indessen, die sozusagen im Nebenamt sich für ihre Zwecke des Röntgenverfahrens bedienen, ist eine gut ausgebildete Röntgengehilfin eine große Unterstützung. In dem vorliegenden Werk haben die Herausgeber nach den Erfahrungen ihrer Lehrtätigkeit, alles für eine Röntgenschwester Wissenswerte in Form eines Lehrbuches niedergelegt. Im ersten Teil (122 Seiten) hat Fürstenau in leicht faßlicher Weise die Röntgenphysik bearbeitet. Im zweiten, praktischen Teil, besprechen Immelmann und Schütze zunächst in 18 Abschnitten die normale Anatomie, soweit sie für die Röntgenschwester in Frage kommt. Es folgt dann ein Kapitel über die Einrichtung von Röntgenlaboratorien, in dem Instrumente, Apparate und Hilfsgeräte eingehend besprochen werden. Des weiteren werden die Hilfsleistungen der Schwester bei Durchleuchtung und Aufnahme im einzelnen erörtert. Ein photographischer Teil berücksichtigt das Platten- und Kopierverfahren. Auch der Behandlung der Röhren ist ein besonderer Abschnitt gewidmet. Es folgen kurze Abschnitte über Therapie, stereoskopisches Verfahren und Fremdkörperlokalisation. Zum Schluß ein Verzeichnis der in der Röntgenologie gebräuchlichsten Krankheitsnamen. Die Ausstattung mit instruktiven Bildern ist mustergültig. Das Buch wird seinen Weg finden. Haenisch (Hamburg).

Ernst Ruhmer: **Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung, mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlentechnik.** II. Teil: Röntgenstrahlentechnik. 2. Aufl. Mit 223 Abbildungen. Nikolassee bei Berlin. 1914.

Der erste Teil dieses Buches, der sich speziell mit dem Induktorenbau beschäftigte, ist schon 1903 erschienen und seinerzeit in Bd. VII der Fortschritte besprochen worden. Der vorliegende zweite Teil des Werkes kann auch als ein kurzgefaßtes Lehrbuch der gesamten Röntgenstrahlentechnik gelten, da er mit Ausnahme des Induktors fast sämtliche Haupt- und Nebenapparate dieser Technik behandelt. Die Darstellung ist leicht verständlich und durch zahlreiche Abbildungen unterstützt.

Da der im vorigen Jahre verstorbene Verfasser die letzten Neukonstruktionen nicht mehr berücksichtigen konnte, so hat auf Veranlassung des Verlags eine Reihe von Firmen selbst ihre wichtigeren Neuerungen in einem besonderen Abschnitt des Buches in Wort und Bild vorgeführt. Am Schlusse findet sich eine Zusammenstellung der deutschen Reichspatente über alle Gebiete der Röntgentechnik von 1897 bis Ende 1913, die besonders für die Hersteller von Röntgenapparaten von Nutzen sein dürfte.

Walter (Hamburg).

E. Grunmach: **Die Diagnostik mittels der Röntgenstrahlen in der inneren Medizin** und den Grenzgebieten mit Atlas typischer Aktinogramme. Mit 10 Figuren im Text und 37 Tafeln. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin 1914. Geh. M. 17.50, in Leinen gebunden M. 20.—.

Bei einem technischen Teil von 9 Seiten und 30 Seiten für den klinischen Teil aus allen Gebieten der inneren Medizin darf der Leser natürlich nur einen kurzen, referierenden Überblick erwarten. Unter den 222, in sehr guter Reproduktion wiedergegebenen Platten, wäre die eine oder andere vielleicht besser durch eine neuere, modernere Aufnahme ersetzt worden. Haenisch (Hamburg).



Sonnenkalb: **Die Röntgendiagnostik des Nasen- und Ohrenarztes.** Unter Mitwirkung von Zahnarzt Bode (Hannover) für den Teil über die Röntgenuntersuchung der Zähne. Mit 44 Abbildungen im Text und 46 Tafeln. Verlag von Gustav Fischer, Jena. 1914.

Das Buch ist für den in der Praxis stehenden Spezialisten geschrieben und auf den Erfahrungen der eigenen Praxis aufgebaut. Da sich der Verfasser auch an den Anfänger auf röntgenologischem Gebiet wendet, findet sich im ersten Abschnitt eine ausreichend eingehende Behandlung der Röntgenapparatur, der Hilfsgeräte und des Plattenverfahrens. Das zweite Kapitel berücksichtigt die spezielle Aufnahmetechnik bei den Untersuchungen der Nase und ihrer Nebenhöhlen, der Zähne, des Ohrs, des Warzenfortsatzes und des Kehlkopfes. Der dritte Teil behandelt die Diagnostik. Von übertriebenem Optimismus und einer Überbewertung der Röntgenbefunde auf seinem Spezialgebiet hält sich Verfasser wirklich fern, doch muß man ihm entschieden beistimmen, daß der vielfach noch immer vorhandene Skeptizismus auf Unerfahrenheit beruht. Wer sich eine ausreichende Erfahrung in der Technik nicht aneignen will oder kann und das erforderliche eingehende Studium der Plattenanalyse für belanglos hält, dem werden die Schlüsse des Erfahrenen wohl für immer phantastisch erscheinen.

Eine kurze Literaturübersicht weist in Form von Referaten auf die wichtigeren Arbeiten der betreffenden Spezialgebiete hin.

Die zweite Hälfte des Werkes besteht aus einem Atlas von 46 Tafeln. Das angewandte Rasterverfahren hat sich entschieden bewährt. Die Reproduktionen sind durchweg gut. Die Ausstattung entspricht dem Namen des Verlages. Das Werk füllt entschieden eine Lücke aus.

Haenisch (Hamburg).

Jacques Roux: **Die Röntgenuntersuchung bei der Appendizitis.** Doktordissertation. Lausanne 1913.

Auf Grund seiner klinischen Beobachtungen und Röntgenuntersuchungen kommt Verfasser zu folgenden Schlüssen: Die Röntgenuntersuchung des Appendix gibt nur Aufschluß über den Sitz der Erkrankung, nicht aber über den pathologischen Zustand. Gelingt es durch die Röntgenaufnahme Appendixsteine festzustellen, so kommt bei Schmerzen in der Gegend der Fossa iliaca dextra nur Appendizitis in Betracht und das Vorhandensein von Steinen ergibt die Indikation zur Appendektomie.

Metzger (Frankfurt a. M.).

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Ärztlicher Verein Hamburg. 15. XII. 1914.

Albers-Schönberg: Die zahlreichen Untersuchungen von Schußverletzungen ermöglichen es, zurzeit ein einigermaßen zusammenfassendes Urteil über die **röntgenologische Lokalisation von Projektilen usw.** abgeben zu können. Der Krieg hat die Röntgentechnik nicht unvorbereitet getroffen, eine große Zahl zum Teil recht guter Verfahren, die jetzt Gelegenheit haben ihre Daseinsberechtigung zu erweisen, ist vorhanden. Die älteste und primitivste Methode ist die Aufnahme in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen. Sie genügt nur in den seltensten Fällen, da sie dem Chirurgen zu wenig Anhaltspunkte für einen Eingriff gibt. Wesentlich mehr leistet die Stereoskopie, welche für eine große Zahl von Fällen ausgezeichnet klare Diagnosen ermöglicht. Handelt es sich um Füße, Hände, Ellenbogen, Schultern und anderes mehr, dann ist unter allen Umständen zunächst ein Lokalisationsversuch mittels der Stereoskopie zu empfehlen. Die anatomischen Anhaltspunkte, welche das Fuß-, Hand- und Schulterskelett bieten, sind stereoskopisch so gut darstellbar, daß man tatsächlich zu einer präzisen anatomischen Diagnose kommt. Es ist aber selbst bei diesen Skeletteilen, allerdings nur in vereinzelten Fällen nahezu unmöglich, die Entscheidung über die Projektillage, ob vor oder hinter dem Knochen, zu treffen. Der Grund hierfür liegt in der Schattendifferenz zwischen den metallenen Projektilen und den Knochen. Die zarten Knochenschatten werden durch den kräftigen Projektilschatten vielfach so überdeckt, daß man nicht imstande ist, Tiefendimensionen wahrzunehmen. Sehr oft beobachtet man, daß



zwei im stereoskopischen Sehen geübte Beschauer desselben Stereogramms zu entgegengesetzten Resultaten kommen. Völlig unmöglich ist die Diagnose aus dem Stereogramm dann, wenn das Geschoß in den Weichteilen, fern von prägnanten Knochenpunkten liegt, z. B. im Oberschenkel, in den Glutaeen, in der Wade usw. Auch bei langen Röhrenknochen ist die stereoskopische Darstellung nicht zu empfehlen, weil diese keine nennenswerte Plastik gewähren können. Man hilft sich zweckmäßig so, daß man bei den stereoskopischen Aufnahmen auf die der Platte nahe gelegene Seite je ein Metallkreuz in der Nähe der Gegend, wo man das Projektil vermutet, auflegt. Diese Metallkreuze ermöglichen in vielen Fällen eine genaue Bestimmung der Tiefendimension, auch haben sie den Vorteil, daß man auf den ersten Blick weiß, mit welchem Strahlengang die Aufnahme gemacht worden ist. Große Schwierigkeiten kann auch der Gesichtsschädel bereiten. So war es in einem Falle trotz stereoskopischer Aufnahmen nicht möglich festzustellen, ob ein winziger Granatsplitter innerhalb oder außerhalb der Orbita oder auf dem Dache derselben sich befand. Da der Fall mehrfach operiert wurde, so konnte festgestellt werden, daß der Splitter weder in der Orbita, noch auf dem Orbitaldache lag, mithin mußte er im Knochen selber stecken. Die genaue nachträgliche Betrachtung der Stereoskopplatten ließ diese Annahme auch als richtig erkennen.

In vielen Fällen hilft man sich durch sogenannte überstereoskopische Bilder. Das sind Aufnahmen, die mit einem größeren Abstand als dem Augenabstand ($6^1/_2$ cm) gemacht sind. Hierbei werden die körperlichen Verhältnisse allerdings bezüglich ihrer Tiefenlage falsch wiedergegeben, ein Nachteil, der mit in den Kauf genommen werden muß, da durch das überplastische Bild eine bessere Diagnose zu stellen ist.

Bei der Untersuchung aller für die stereoskopische Darstellung nicht geeigneten Körperpartien sind die exakten Meßverfahren vorzuziehen. Es gibt ihrer eine große Zahl, die sämtlich auf dem Prinzip der von Mackenzie Davidson angegebenen Technik basieren. Bei den jetzigen gesteigerten Anforderungen hat sich das verbesserte Fürstenausche Verfahren besonders bewährt, da es ein schnelles und exaktes Arbeiten gestattet. Es sind zu dieser schon seit Jahren bekannten Methode einige Neuerungen hinzugekommen, die ihren Wert sehr erhöhen. Zweck des Verfahrens ist, dem Arzt einen Punkt auf der Körperoberfläche zu bezeichnen, senkrecht unter welchem in einer gewissen, näher anzugebenden Tiefe, das gesuchte Projektil liegt. Hiermit ist die Aufgabe der röntgenologischen Untersuchung abgeschlossen und es ist nun Sache des Chirurgen zu entscheiden, auf welchem Wege er am besten an diesen Punkt herankommt. Daß trotz der exaktesten Lokalisation häufig Fremdkörper bei der Operation nicht gefunden werden, beruht auf der Verschiebbarkeit des Projektils während der Operation, infolge der Entspannung der Hautdecken oder der in den Geweben umhertastenden Instrumente und Finger des Arztes. Das Fühlen kleiner Projektile im Gewebe, namentlich mit Gummihandschuhen, ist recht unsicher. Feinere Granatsplitter z. B. können sich dem Tastsinne durch ihre Schlüpfrigkeit leicht entziehen. Nicht selten findet man auch bei Nachuntersuchungen nach vergeblicher Operation eine ganz andere Lage des Projektils als vor derselben. So konnte z. B. eine Revolverkugel, deren Lage in der Nähe des Olekranon an der Innenseite des Armes genau lokalisiert wurde, operativ nicht gefunden werden. Auch bei den mehrfach im Anschluß an die Operation vorgenommenen Durchleuchtungen und Sondierungen gelang es nicht, der Kugel habhaft zu werden. Die Nachuntersuchung ergab das merkwürdige Resultat, daß die Kugel um das Olekranon herum auf die Außenseite des Gelenkes innerhalb der Kapsel gewandert war. Während sie vor der Operation mit ihrem spitzen Ende nach vorn und unten gerichtet war, zeigte sie nach der Operation die umgekehrte Lage. Auch konnte aus den Schattendifferenzen zwischen Knochen und Projektil die umgekehrte Lage gefolgert werden.

Es wird an einer Anzahl von Diapositiven das Fürstenausche Verfahren in der Form, wie es zurzeit im Allgemeinen Krankenhaus St. Georg in Hamburg geübt wird, demonstriert.

Shohan, stellvertretender Assistent am Röntgeninstitut des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg in Hamburg (vorgetragen durch Albers-Schönberg): **Therapeutische Bestrahlungen eiternder Wunden bei Soldaten.**

Mit den Wirkungen der Röntgenstrahlen an pathogenen Bakterien haben sich schon mehrere Forscher beschäftigt und diese Forschungen haben Wetterer zu folgendem Diktum Veranlassung gegeben: „Praktisch kommt die bakterizide Wirkung der Röntgenstrahlen nicht in Betracht, da die zur Abtötung der Mikroorganismen notwendige Dose viel höher ist, als die therapeutische Maximaldose. Damit erklärt sich vielleicht, daß die Röntgentherapie bei infektiöser Wundbehandlung bisher fast gar nicht zur Anwendung gelangte. Aber wenn auch die bakterizide Wirkung der Röntgenstrahlen nicht vorhanden ist, scheinen doch dieselben bei infektiöser Wundtherapie von großer Bedeutung vermöge ihrer biologischen Wirkung zu sein.

Die Forscher Bergonié und Tribondeau legten folgende drei Kardinalgesetze der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen zugrunde. Als erstes die Größe der reproduzierenden Tätigkeit, zweitens die Länge ihres karyokinetischen Werdeganges, drittens ihre morphologische und funktionelle Unvoll-



kommenheit. Ferner möchte ich noch die letzte Forschung von Dominici erwähnen, nach welcher die Röntgenstrahlen die Zellen nach zwei Richtungen beeinflussen. Kongenitale schwache Zellen werden zerstört und stärkere werden zu weiterem Wachstum je nach ihrer Funktion angeregt. Auf Grund dieser Anschauung habe ich Versuche mit Röntgenstrahlen bei chronischen Eiterungen vorgenommen. Meine Erfahrungen auf diesem Gebiet sind bisher noch nicht ausreichend, doch scheinbar günstig genug, um Ihnen zu weiteren Versuchen Anregung zu geben.

b) Journalliteratur.

Berliner klin. Wochenschrift. 1914. Nr. 24. S. 1259.

Casper: **Indikationen und Grenzen der Pyelographie.** Verf. glaubt, daß durch die Injektion von 5—10%iger Kollargollösung in das Nierenbecken doch Schädigungen auftreten können, selbst wenn die Technik allen Anforderungen entspricht. Dabei hebt er hervor, daß man zur Füllung überhaupt keine Spritze benutzen darf, sondern ähnlich, wie bei der Magenspülung, nur einen kleinen Trichter, in welchem das Kollargol eingelassen wird. Man darf nur dünnste Katheter benutzen. Trotz dieser Vorsichtsmaßregel muß man aber sagen, daß die Methode ein nicht unbedenkliches, und jedenfalls das eingreifendste aller bis jetzt geübten diagnostischen Hilfsmittel ist. Immerhin gibt sie doch eine Reihe von Vorteilen und ist daher nicht gänzlich abzulehnen. Sie darf bei der Wanderniere nur dann angewendet werden, wenn bei Schlängelung des Ureters Abknickung, Stenose, spitzwinklige Einmündung desselben die Diagnose auf andere Weise nicht zu erlangen ist. Die Angabe, daß eine Reihe von Steinen, die bei der Röntgenphotographie nicht auf die Platten kommen, nach Kollargolinjektion sichtbar werden, konnte Verf. nicht bestätigen. Bei Nierentuberkulose ist die Methode sogar schädlich. Auch die Frühdiagnose der Hypernephrome wird nach den Operationsbefunden des Verf. kaum wesentlich gefördert werden. Bei den Dystopien der Niere gibt die Pyelographie schöne Bilder, doch besitzen wir in der von Schmidt und Loewenhardt ausgegebenen Methode ein weniger eingreifendes Verfahren, das dieselben Erfolge gibt, und zwar wird ein Wismutkatheter bis zum Nierenbecken eingeführt, und dann geröntgt. Bei der Differentialdiagnose von Unterleibstumoren soll man erst die Aufblähung des Darmes und die Funktionsprüfung heranziehen. Dagegen gibt es bei der Hufeisen- oder Kuchenniere keine Methode, die die Pyelographie ersetzen könnte. Immer wird es auch auf dem Gebiete der Nephritis, der Steine, Hydronephrosen und Blutungen einige dunkle Fälle geben, in denen die übrigen Methoden versagen und die Pyelographie, die wichtigsten Aufschlüsse gibt. Die Methode hat und behält daher jedenfalls ihren Wert, sie soll aber nur bei strengster Indikation angewendet werden.

Nr. 24. S. 1262.

Edelberg: **Röntgenstrahlen und Schwangerschaft.** Bekanntlich wurde im Tierversuch von mehreren Autoren, zuletzt von Reifferscheid und Fränkel eine Schädigung der weiblichen Keimzellen durch die Röntgenstrahlen beobachtet, die sich darin offenbarte, daß die nicht bestrahlten Nachkommen des Versuchstieres, sofern sie überhaupt lebend zur Welt kamen, auffallend schlecht entwickelt waren. Da mehrfach die Vermutung ausgesprochen worden ist, daß ein ähnliches Ereignis bei Menschen möglich sei, teilt Verf. einen in der Klinik Teilhabers beobachteten Fall mit, wo eine 38 Jahre alte Frau im April, Mai, Juni 1913 wegen Uterusmyoms kräftig röntgenisiert wurde, und trotzdem am 13. März 1914 ein kräftiges, fast 7 Pfund schweres normales Kind gebar. Die Tierbeobachtungen treffen also für den Menschen anscheinend nicht in gleichem Maße zu.

Nr. 24. S. 1253.

Joseph: **Die Pyelographie und ihre chirurgische Bedeutung.** Die von Völker und Lichtenberg eingeführte Methode durch den Ureterkatheter in das Nierenbecken mit Kollargollösung zu finden, und die auf diese Weise ausgefüllte schattengebende Niere röntgenographisch darzustellen, blieb in Deutschland lange Zeit ziemlich unbekannt. Doch wird sie seit 2—3 Jahren mehr angewendet. Verf. hat sie seit Sommer 1913 zirka 90 mal ausgeführt und hat dabei folgende recht günstige Erfahrungen damit erzielt. Vor allem hat sie für das recht dunkle Gebiet der Wanderniere und des erweiterten Nierenbeckens, das Vorstadium der Hydronephrose recht wertvolle Aufschlüsse geboten. Sie zeigt an, ob der Harnleiter geknickt, ob eine Erweiterung des Beckens im Anzuge ist, und besonders gibt sie auch nach der Operation der Wanderniere Aufschluß, ob der Erfolg genügend gewesen, ob es gelungen ist, die tiefstehende Niere möglichst ihrer Normallage zu nähern, die Stieldrehung und den ungünstigen Abgang des Ureters auszugleichen. Bei nicht infizierter Wanderniere bleibt die scharfe Konfigurationsspitze der Kelche erhalten, wenn sie auch noch so dilatiert ist. Bei Pyelitis und Pyonephritis tritt Erweiterung auch der Kelche auf. Ausschließlich mit Hilfe der Pyelographie kann man das seltene



Leiden der angeborenen Ureterverengerung erkennen. Wichtig ist das Pyelogramm, wenn eine hartnäckige Pyelitis die Niere ergriffen hat, die Funktion zum Verschwinden brachte, und die Behandlung erfolglos geblieben ist. Sie gibt uns dann Aufschluß über die bestehende Behinderung im Abfluß des eitrigen Sekretes aus dem Nierenbecken usw. Von geringerer Bedeutung ist sie bei ausgesprochenen Pyonephrosen und Nierentuberkulose, dagegen gibt sie uns guten Aufschluß über den Sitz von Nierensteinen und ermöglicht uns auch einen Teil derjenigen Steine röntgenographisch darzustellen, welche ihrer Struktur nach an und für sich für Röntgenstrahlen durchlässig sind. In einzelnen Fällen gibt sie auch gute Aufschlüsse bei Mißbildungen der Niere und des Harnleiters, sowie auch bei Tumoren. Die Untersuchungsmethoden bieten nach dem Verfahren des Verf. keinerlei ernstliche Gefahren für den Patienten, wie von mancher Seite behauptet wurde. Man darf allerdings nur einen ganz dünnen Katheter nehmen und das Kollargol mit nicht zu großem Drucke injizieren. Es scheint sich in der Hauptsache nur um eine Überrieselung zu handeln, die einen Kollargolbelag der Schleimhaut erzeugt. Nur, wenn bereits durch Ureteren-Katheterismus starke traumatische Reizung sich gezeigt hat, soll die Anwendung unterbleiben. Verf. sah in über 100 Fällen nur dreimal einen Kolik auftreten.

Nr. 28. S. 1322.

Freistadtl: **Röntgenbild der Keilbeinhöhle vom Epipharynx aus.** Nicht nur die klinische, sondern auch die röntgenologische Diagnostik der Keilbeinerkrankungen ist von besonderer Schwierigkeit. Bei der transversalen Aufnahme werden beide Höhlen ineinander projiziert. Bei den sagittalen Aufnahmen werden die lateralen Teile von den Siebbeinzellen verdeckt, bei der vertikalen Aufnahme besteht der Nachteil, daß die Platte weit von dem aufzunehmenden Objekt liegt und so die Konturen unscharf werden. Verf. konstruierte nun einen Filmhalter, mit dem der Röntgenfilm in den Nasenrachenraum bis zur Rachenöffnung eingeführt werden kann, und zwar mit großer Leichtigkeit ohne Anwendung eines Gaumenhakens, und ohne, daß der vorher cocainisierte Patient Unannehmlichkeiten empfindet. Die Strahlen gehen vom Schädeldach vor dem Vertex durch den Schädel. Es ist angebracht, die Aufnahme möglichst zu kürzen, und in sitzender Stellung mit Blende zu arbeiten. An den, auf diese Weise gewonnenen Bildern, sind der Rand der Choane ein Teil des Nasenseptums, das Septum der Keilbeinhöhle, und rechts und links davon, die Keilbeinhöhlen sichtbar. Pathologische Fälle wurden bisher nicht untersucht. Doch berechtigen die bisherigen Erfahrungen zu weiteren Versuchen auf diesen Gebieten.

Nr. 29. S. 1355.

Faulhaber: **Zur Frage des Sechsstundenrestes bei pylorusfernem Ulcus ventriculi.** Der von Haudek aufgestellte Satz, daß beim pylorusfernen Ulcus ventriculi ein Sechsstundenrest regelmäßig nachzuweisen sei, ist heute nicht mehr aufrecht zu erhalten. Ebenso ist auch die, von Bergmann abgegebene Erklärung, als Folge einer vom Vagus aus übererregte Pylorusfunktion hinfällig. Haudek gab zuerst in 100% Sechsstundenrest an, späterhin 50%. Verf. fand unter 48 Fällen nur an 25% den Pylorusspasmus. Glaessner und Kreuzfuchs wollen einen Ausweg gefunden haben, in dem sie annehmen, daß bei Penetration des pylorusfernen Geschwüres in das Pankreas, der erwartete pylorusspastische Sechsstundenrest deswegen ausfällt, weil es infolge Schädigung der Bauchspeicheldrüse zur Reizung und Hypersekretion derselben kommt. Die Beobachtungen an 18 operierten Fälle ergab nun, daß auch diese Annahme falsch ist, denn es fanden sich nicht weniger als sieben Fälle von Magenpankreasgeschwüren, wo ein Sechsstundenrest nachweisbar war. Auf der einen Seite ist beim pylorusfernen Ulcus eine normale Motilität sehr häufig, andererseits ist die Penetration ins Pankreas bei diesen Fällen ebenfalls sehr häufig.

Nr. 31. S. 1453.

Weckowski: **Weitere Erfahrungen in der Radiumbestrahlung maligner Geschwülste.** Bericht über die Ergebnisse des letzten halben Jahres, besonders bei Haut- und Mammakarzinomen.

Hinsichtlich der ersteren wird hervorgehoben, daß die Radiumbestrahlung der Hautkarzinome die Erfolge der operativen Behandlung unbestritten überholt hat, und auch bei der Uteruskarzinom scheint eine Ebenbürtigkeit, vielleicht sogar eine Überlegenheit, erreicht worden zu sein. Bei Mammakarzinom sind auch recht günstige Erfahrungen jetzt vorhanden. Die Quantität der Strahlen scheint nach oben hin keiner Abgrenzung zu bedürfen. Die Maximaldosis ist sehr hoch, Strahlung z. B. mit 18 mg Radiumbromid in 100stündiger Anwendungsdauer erwies sich als schädlich. Die so sehr gefürchteten Darmtenesmen treten auch bei geringen Dosen auf und beruhen auf besonderer Empfindlichkeit des Rektums. Störung des Allgemeinbefindens wurden bei 10—15000 mg-Std. nie beobachtet. In sechs Fällen schwerer Rezidive von Mammakarzinomen wurden glänzende Erfolge erzielt. Die verschiedenartigen Gewebe wie z. B. Narben, normales oder Tumorgewebe reagieren ganz verschieden. Die jedweilige Applikationsdauer wird am besten jeder nach seinen eigenen Erfahrungen bestimmen. Hinsichtlich der Filtertechnik ist Verf. noch nicht in der Lage zu entscheiden, ob mit 1,9 mm Messing bessere therapeutische Erfolge erzielt werden, als mit 1,5 mm Silber. Jedenfalls verlieren Karzinome, die unter Röntgen fortschreitend sich verschlimmern, bei Radiumbestrahlung ihre Bösartigkeit. Sie verhalten sich nach den bisherigen



Erfahrungen, der Lokalität nach, verschieden, was wohl jedoch weniger auf innere Ursache zurückzuführen ist, als vielmehr auf immer noch mangelhaft ausgebildete Applikationstechnik.

Nr. 32. S. 1516.

Henselmann: **Kleine röntgenologische Vorrichtung zur Erzeugung von Wurmfortsatzbildern.** Nach den bisherigen Berichten gelingt es nur ausnahmsweise, den Wurmfortsatz mit den Kontrastmitteln zu füllen, und so radiologisch darzustellen. Verf. hat einen jedesmal anwendbaren Kunstgriff gefunden, durch den es gelingt, die Zahl der zufälligen Füllungen bedeutend zu erhöhen. Er bedient sich des sogenannten „Kompressionsexponators", der an anderer Stelle beschrieben ist, und zwar sucht er im Bild zuerst die Stelle auf, an der die querfingerdicke Dünndarmpartie rechtwinklig in das gewöhnlich sehr gut gefüllte Coecum einmündet. Nach nötiger Kompression kann man den Blinddarm scharf und kontrastreich im Rahmen des Kompressors fixieren. Wenn man nun mit dem Kompressor den Blinddarm etwas aufhebt, wird man häufig das Bild des Wurmfortsatzes, der vorher nicht sichtbar war, zur Erscheinung bringen. Es ist anzunehmen, daß in diesen verhältnismäßig recht häufigen Fällen der Wurmfortsatz hinter dem Coecum liegt. Vor Verwechselung mit Dünndarm schützt die Einstellung der Einmündungsstelle des Ileum. Bei wiederholten Aufnahmen zeigte sich dasselbe Bild, mit leichter Abweichung der Füllungsgröße des Processus. Die Aufnahmen wurden 4—6—12 Stunden nach der Riederschen Probemahlzeit verfertigt.

Nr. 32. S. 1516.

Heimann: **Zur Histologie bestrahlter Karzinome.** In der Breslauer Universitäts-Frauenklinik wurden seit einiger Zeit sämtliche operablen Fälle vor der Operation eine Zeitlang kombiniert (Röntgen und Mesothor) bestrahlt. Praktisch wurden infolge aufhörender Blutung und Jauchung die Operation ungefährlicher gemacht, andererseits geben uns die vorgenommenen Präparate ein Bild von der Tiefenwirkung der Strahlen. Allerdings wurden in diesen Fällen verhältnismäßig nur kleine Dosen nämlich 600 x und 5000 mg-Stunden verabreicht. Die Operation fand ca. 3—4 Wochen später statt. Das Ergebnis bei den fünf genau histologisch untersuchten Fällen zeigte eine weitgehende Beeinflussung der karzinomatösen Stellen mit einer Tiefenwirkung von etwa 3 cm. Andererseits findet man aber auch größere Mengen intakter Krebszellen. Die histologische Untersuchung gibt also heute noch keinen Aufschluß über die Heilungsmöglichkeiten der Karzinome, wenn auch die Beeinflussung der karzinomatösen Zellen phänomenal ist. Erst die Erfahrungen der nächsten Jahre müssen zeigen, ob die Operation durch die Bestrahlungstherapie ersetzt werden kann.

Nr. 33. S. 1545.

Strauß: **Über die diagnostische Bedeutung des Nischensymptoms bei der radiologischen Magenbetrachtung.** Gegenüber Faulhaber, der kürzlich die Ansicht ausgesprochen hat, daß er in allen Fällen von pylorusfernem Ulcus ventriculi eine Nischenbildung bei der Röntgenuntersuchung gefunden habe, betont Verf. erneut, daß nach seinen Erfahrungen dieses Symptom außerordentlich selten sei. Beobachtungsfehler, die sicher nicht so selten sind, können bei Faulhaber, der ja alle seine Befunde operativ kontrolliert hat, daher kaum vorliegen. Regionäre Verschiedenheiten können vielleicht mitsprechen, da Verf. in der Hauptsache Ulzera der Pylorusgegend sah, bei denen auch bei Faulhaber das Nischensymptom fehle. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das pylorusferne Ulkus im südlichen Deutschland häufiger ist, als im Norden. Hinsichtlich der Bezeichnung ist hervorzuheben, daß Verf. das Symptom nur dann als vorhanden ansieht, wenn es führend ist, das heißt z. B. dann nicht, wenn es mit einem organischen Sanduhrmagen vergesellschaftet ist, daher der Sanduhrmagen das führende Symptom ist. Auch bei Berücksichtigung des Faulhaberschen Berichtes von 18 Fällen, die sich wohl auf 4—5 Jahre verteilen, kann man wohl eher von einem seltenen Vorkommen des Nischensymptoms sprechen. Die Haudeksche Nische ganz allein, ohne begleitenden Sanduhrmagen, ist sicher ganz selten. Ist es vorhanden, so ist es absolut beweisend für das kallöse Ulkus und besonders für das pylorusferne kallöse Ulkus kommt ihm eine hohe Bedeutung zu.

Nr. 34. S. 1573.

Plesch: **Über die Verteilung und Ausscheidung radioaktiver Substanzen.** In Ergänzung der klin. Beobachtung, daß die radioaktiven Stoffe eine große Affinität zu dem hämatopoetischen System besitzen, teilt Verf. mit, daß auch bei Vergiftungen die auffallendsten Veränderungen sich am Knochenmark befinden. Die Knochen sind mit flüssigem Blut gefüllt und zeigen mikroskopisch lauter kernlose rote Blutkörperchen, nichts vom eigentlichen Knochenmarkgewebe. Eine Stunde nach der Einverleibung von Thorium X finden sich beim Versuchstier 64% der Substanz im Knochenmark, beim Radiobromid sogar 75%. Das Knochengerüst eines Tieres, daß mit Radiumbromid behandelt ist, photographiert sich selbst, auf eine in lichtundurchlässiges Papier gewickelte photographische Platte, ab. Die Ausscheidung der radioaktiven Substanz findet zu 12—18% in der Hauptsache durch den Darm statt, im Urin nur 2—3%. Die Leber ist neben Knochenmark und Niere das zellempfindlichste Organ gegen Radium. Die



Untersuchung eines Tieres mit Gallenfistel ergab aber, daß in der Galle nur 1,6 % der im Kot enthaltenen Radioaktivität ausgeschieden wurde. Sie wird also hauptsächlich durch den Darm sezerniert.

Nr. 34. S. 1572.

Über Rückfluß und röntgenologische Antiperistaltik des Duodenums als Folge von Adhäsionen. Bericht über zwei Fälle, in denen es ohne Verengerung des Duodenums zu einer Antiperistaltik mit starker Erweiterung der oberen Teile des Duodenums und Fältelung des Organes kam. Es waren beides Fälle von Karzinom der kleinen Kurvatur, in denen größere Mengen zähschleimiger, intensiv galliger Flüssigkeit sich im Probefrühstück fanden. In beiden Fällen ergab es sich mit Wahrscheinlichkeit einmal palpatorisch, das zweitemal durch Autopsie nachgewiesen, karzinomatöse Drüsen an der Darmwand mit Adhäsionen, die wahrscheinlich Spasmen hervorbrachten und sekundär so die Antiperistaltik und die Erweiterung des Duodenums erzeugten. Sehr gut wurden diese Veränderungen auch bei der Durchleuchtung vom Rücken aus beobachtet.

Nr. 36. S. 1606.

Eckstein: **Über einige unbekannte Wirkungen der Röntgenstrahlen und ihre therapeutische Verwertung.** Ein Symptom, das Verf. durch Zufall bei sich selber erfuhr, das aber von anderer Seite häufig beobachtet, ohne daß ihm größere Bedeutung beigelegt wurde, ist die schmerzstillende Wirkung der Röntgenstrahlen, die sich schon häufig nach der ersten Sitzung deutlich zeigt. Verf. verfolgte diese Beobachtung weiter und hat außer zwei Erfahrungen am eigenen Körper, im Laufe des letzten Jahres über 70 Patienten mit über 100 Einzelbestrahlungen, eine Bestätigung seiner Beobachtung erfahren, die er dahin zusammenfaßt, daß die Röntgenstrahlen Schmerzen jeder Qualität, in zumeist sehr weitgehendem Maße, zu lindern vermögen, und daß die schmerzstillende Wirkung in der Regel bei oder unmittelbar nach der Bestrahlung eintritt. Die günstige Wirkung zeigte sich nach schweren Kontusionen, bei der Nachbehandlung von Brüchen, bei den Nachschmerzen von Operationen, bei rheumatischen und gichtischen Affektionen, bei Herpes zoster, Neuralgien und Neuritis. Auch bei entzündlichen Prozessen zeigte sich günstige Wirkung, wie bei Tonsillarabszeß, bei Bronchitiden, und bei Asthma bronchiale. Die Einflüsse der Reflexe traten auffälligst zutage bei quälendem Brechreiz, bei reflektorischem Husten und bei Schreikrampf. Als Erklärung dieser Beobachtung scheint eine direkte Beeinflussung der Nervenendigungen durch die Strahlen nicht genügend zu sein, denn es wurde z. B. bei chronischer Kniegelenksentzündung neben der Schmerzstillung eine deutliche Besserung der Krepitation nachgewiesen. Die Technik spielt anscheinend keine besondere Rolle, bei mittlerer Belastung ist schon auf 50 Sekunden manchmal eine Schmerzverminderung bemerkbar. Nachteile von dem Verfahren wurden niemals konstatiert. Die weitere Verfolgung dieser Beobachtung für die verschiedensten Gebiete scheint sehr günstige Aussichten zu bieten.

Nr. 36. S. 1608.

Rautenberg: **Klinische Anwendung der Röntgenphotographie der Leber und Milz.** Die Röntgenuntersuchung der unter dem Zwerchfell liegenden Organe wird erleichtert durch das Einführen eines Kontrastmittels, nämlich von Sauerstoff in die Bauchhöhle. So werden die Konturen dieser Organe leicht sichtbar. Während zuerst die Methode nur bei solchen Patienten zur Anwendung gelangte, welche Ascites hatten, werden jetzt auch Patienten untersucht, bei Erkrankung der Bauchorgane, ohne Anwendung von Flüssigkeit. Die Übersicht über die Organe der Bauchhöhle kann man durch verschiedene Lagerung des Patienten verbessern, besonders wenn man nicht nur in aufrechter Stellung, sondern auch in Seitenlage, in Rückenlage mit Beckenhochlagerung usw. untersucht. Die Methode gestattet Form und Lage von Leber und Milz und ihre Veränderungen genau zu erkennen. Auch konnte in einzelnen Fällen ohne Ascites die Diagnose hinsichtlich der Operationsmöglichkeit gefördert werden, z. B. bei Magenkarzinom, bei Lymphosarkomatose der Mediastinaldrüsen usw. Nur die Sichtbarmachung der Gallenblase ist bisher noch nicht gelungen. Bei der Einfachheit der Methode, besonders im Anschluß an die Punktion des Ascites, wird sie sich wohl in der inneren Medizin bald einbürgern.

Münchner med. Wochenschrift. 1914. Nr. 33. S. 1808.

Rigler: **Der Quadratograph, ein Röntgenhilfsapparat.** Zur Herstellung der Wirklichkeit entsprechenden Bilder normaler Größen werden zwei Methoden angewendet. 1. der Orthodiagraph nach Moritz und 2. die sogenannte Fernphotographie. Die erstere Methode ist immer recht subjektiv und die zweite bei fortlaufenden Untersuchungen recht kostspielig. Verf. konstruierte ein Drahtgitter, bei dem die Drähte 2 cm von einander entfernt sind und die Mittellinie durch einen Bleistab markiert wird. Dieses Gitter wird bei Durchleuchtungen in $1^1/_2$—2 m Entfernung des Patienten hinter den Leuchtschirm eingeschaltet, und zwar so, daß durch einen Zeiger die genaue Einstellung des Patienten auf die Mittellinie vorgenommen wird. Man kann dann bei der Durchleuchtung ohne weiteres die Zahl der Quadrate links und rechts von der Medinallinie ablesen, und gewinnt so bei der leicht durchzuführenden exakten Einstellung in gleicher Höhe und Entfernung bei mehreren Durchleuchtungen des Patienten leicht übersehbare Vergleichsresultate. Der kleine Apparat ist Quadratograph genannt und zu beziehen von Gebr. Behrmann, mech. Werkstatt, Darmstadt, Schützenstr.



Nr. 33. S. 1804.

Dessauer: **Die technisch erzeugte γ-Strahlung.** (2. Mitteilung.) Zur Klarstellung der ersten Mitteilung teilt Verf. mit, daß die künstlichen γ-Strahlen nicht ein Surrogat, sondern physikalisch dasselbe wie die γ-Strahlung der radioaktiven Präparate sind. Sie ist nahezu so hart und teilweise gleich hart und durchdringungsfähig, wie diese Strahlen. Diese Strahlung wird nicht von den gewöhnlichen Röntgenmaschinen, sondern von zurzeit noch nicht im Handel befindlichen Maschinen erzeugt, die schwer herzustellen sind und deren Handhabung sorgfältigste Einschulung erforderlich macht. Die Messung der Strahlungen sind sämtlich einwandsfrei auf elektrometrischen Wege gemacht. Der Hauptvorteil ist, das eine derartig penetrierende Bestrahlung sich im Gewebe wie eine homogene Strahlung verhält, man daher zum erstenmal genau weiß, welche Dosen, bzw. welche Strahlungsfeldstärke in einer beliebigen Tiefe des Organismus zur Entfaltung kommt.

Nr. 33. S. 1809.

Müller: **Operation oder Bestrahlung.** Eine Erwiderung zur kritischen Betrachtung meines gleichnamigen Aufsatzes in Nr. 30 dieser Wochenschrift des Herrn Prof. Dr. L. Heidenhain in Worms.

Verf. betont, daß er in seiner Arbeit unter moderner Röntgentherapie die Therapie gemeint habe, die es ermöglicht, mit modernerer Apparatur unter Benutzung von harten Röhren und Filtrierung der Strahlen durch Aluminium von 3 mm und mehr, in allen beliebigen Tiefen des Organismus notwendig hohe Dose zur Absorption zu bringen, und die Haut mit vielen Hunderten von X-Strahlen ohne Schädigung derselben zu durchstrahlen. Da diese Behandlungsart erst seit 1—2 Jahren durchgeführt wird, kann natürlich eine Literatur über Fälle mit dreijähriger Rezidivfreiheit nicht bestehen. Für Haut- und Mammakarzinome ist die Literatur meist nachzuweisen. Bei den glänzenden Erfolgen der Bestrahlung gegenüber dieser furchtbarsten Krankheit der Menschheit kann man nicht mit der Veröffentlichung der Erfolge und der sich daraus ergebenden Plusforderungen warten. Gerade jetzt (M. m. W. Nr. 29) haben Bumm und Warnekros unter Anwendung der gleichen Technik glänzende Resultate erzielt. Diese Arbeit der Bummschen Klinik bestätigt auch die vom Verf. früher geäußerte Ansicht, daß die Röntgenstrahlen geeignet sind, in vielen Fällen die radioaktiven Substanzen zu ersetzen. Die Bestrahlung operabler Fälle darf auch deshalb in Angriff genommen werden, weil bei Ausfall geeigneter Fälle durch einen energischen Versuch mit Strahlentherapie mit Beobachtungszeit von 3—4 Wochen die Chancen für nachfolgende Operation nicht herabgesetzt werden. Dieses kann auf Grund vierjähriger Erfahrung sicher behauptet werden und ist von anderer Seite bestätigt, während Heidenhain darüber keine eigenen Erfahrungen hat. Auch bei der Widerlegung der Theorien über die Wirkung der Diathermie kritisiert Heidenhain ohne eigene Erfahrung, während doch zu fordern wäre, daß die Tatsachen mit direkten Beweisen widerlegt werden müßten.

Nr. 35. S. 1867.

Glaubermann: **Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von röntgenisiertem Serum (X-Serum) auf das Blut.** Die Beobachtungen von Wermel (M. m. W., 1914, Nr. 6, S. 299) über die Eigenschaften des Blutes, resp. des Serums nach Einwirkung der Röntgenstrahlen legen den Versuch nahe, in gewissen Fällen die direkte Röntgenbestrahlung zu therapeutischen Zwecken durch Einverleibung von röntgenisiertem Serum zu ersetzen. Deshalb wurden eine Reihe streng wissenschaftlicher Untersuchungen über die Bedeutung des X-Serums angestellt und zwar wurde gesunden Kaninchen je 8 ccm röntgenisiertes Serum gleich 400 x zugeführt und unter Anwendung der nötigen Kontrollen die Blutveränderungen in den nächsten Stunden genau verfolgt. Es ergab sich dabei eine hochgradige Analogie mit den von verschiedenen Autoren bei direkter Röntgenbestrahlung erzielten Ergebnissen sowohl hinsichtlich der Leukopenie, wie der Lymphopenie mit dem Unterschied, daß die Reaktion bei direkter Bestrahlung sich bedeutend langsamer vollzieht. Man hat es bei der Wirkung des röntgenisierten Serums auf das Blut mit zwei Antagonisten zu tun: mit dem Serum, das eine Leukozytose hervorruft, und mit der im Serum eingeschlossenen Röntgenenergie, die in entgegengesetzter Richtung wirkt. Infolgedessen wird bei Steigerung der X-Serumdosis nicht immer eine Stärkung des Effektes beobachtet. Die Wirkung von Bestrahlung und Injektion von X-Serum ist also zwar analog, aber nicht ganz gleich. Es ist daher wünschenswert, zu untersuchen, ob und in welchen Fällen die eine Methode der anderen zu therapeutischen Zwecken vorzuziehen ist.

Nr. 35. S. 1865.

Zuckerkandl: **Über Zystographie.** Die Untersuchung der Blase mittels Röntgenstrahlen hatte bisher neben den übrigen Untersuchungsmethoden der Zystoskopie usw. wenig Bedeutung erlangt. Eine genaue Beschäftigung mit dieser Frage hat aber ergeben, daß diese Methode doch in vielen Fällen wertvolle Ergänzungen gibt, in denen die übrigen Methoden trotz ihrer überzeugenden Befunde nicht alles Wissenswerte erhoben haben. Als beste Methode ergab sich die von Völker und Lichtenberg empfohlene Füllung mit 2%igen Kollargol. Man kann speziell große Geschwülste der Blase, die breit aufsitzen, zur Darstellung bringen, wobei sich ein sehr charakteristisches Aussparungsfeld im Schattenriß ergibt. Gerade hier ist die Zystoskopie häufig für Beurteilung der Größe und des Sitzes des Tumors



nicht ausreichend. Bei gestielten Tumoren ergibt die Kollargolfüllung keinerlei Aussparung, da die schattengebende Flüssigkeit den Tumor von allen Seiten umgibt. Auch dieser negative Befund kann differentialdiagnostisch wichtig sein. Läßt man in solchen Fällen das Kollargol ablaufen und füllt nachher die Blase mit Luft, so kann man bei erneuter Aufnahme häufig den Tumor sehr übersichtlich darstellen, besonders, da die rauhe, des Epithels beraubte Oberfläche der Geschwülste, das Festhaften von Kollargolresten zu begünstigen scheint. Auch bei Prostatahypertrophie ergibt die Kollargolfüllung wichtige diagnostische Momente, da der frontale Schattenriß völlig verändert erscheint. Während er normalerweise ovoid geformt, oben breiter als unten, ist, ist jetzt der Blasengrund eine ebene Fläche, deren Niveau querfingerbreit über der Symphyse liegt. Auch die trabekuläre Hypertrophie der Wand äußert sich in einer gezackten Kontur des Blasenbildes. Nach Ablauf des Kollargols und Füllung mit Luft erhält man auf der photographischen Platte ein deutliches Bild vom Relief der vesikalwärts prominierenden Anteile. Aus der Form der Begrenzung lassen sich differentialdiagnostische Momente für die Unterscheidung von Hypertrophie und Karzinome treffen.

Nr. 40. S. 2025.

Oehler: **Zur Röntgentherapie bei chirurgischen Krankheiten mit besonderer Berücksichtigung der chirurgischen Tuberkulose.** Während vor kurzem die Röntgenstrahlen nur gelegentlich bei inoperablen oder rezidivierenden und malignen Tumoren oder nach unvollständigen Operationen derselben jedoch nur selten mit gutem Erfolge, angewandt wurden, wird jetzt die Tiefentherapie zur Unterstützung der chirurgischen, bei malignen Tumoren und bei Tuberkulose mit ungleich besserem Erfolg herangezogen. Sie tritt helfend ein und vollbringt wahre Glanzleistung in erster Linie bei den tuberkulösen Lymphomen des Halses, dann bei den tuberkulösen Erkrankungen der kleinen Knochen und Gelenke. Der Spina ventosa, der Handgelenkstuberkulose, Rippentuberkulose, Tuberkulose des Sternoklavikulargelenks. Häufig fallen hier die verstümmelnden Operationen, ebenso wie die Rezidivoperationen ganz fort. Neben den tuberkulösen Lymphomen schmelzen die pseudoleukämischen, die Hodgkinschen Lymphome unter der Strahlenwirkung rasch ein. Sehr wichtig für diese Therapie ist der Vorteil, daß die häßlichen Narben an Hals und Gesicht bei den Drüsenkranken fortfallen. Nachteile der Bestrahlung oder Spätschädigungen (nach Iselin) wurden nicht beobachtet. Wo die Heliotherapie mit ihren glänzenden Wirkungen bei Knochen- und Gelenktuberkulose nicht angewendet werden kann, sind die Röntgenstrahlen ein, wenn auch vielleicht nicht ganz vollwertiger, Ersatz. Auch bei Sehnenscheibentuberkulose, Peritoneal- und Nebenhodentuberkulose, sowie Kieferaktinomykose wurden vereinzelte Erfolge erzielt. Hautkankroide reagierten ausgezeichnet. Mammakarzinomrezidive wurden zum Teil gebessert. Bei inoperablen Magenkarzinomen wurde in einigen Fällen das Wachstum des Tumors aufgehalten. Sarkome wurden noch günstiger beeinflußt. Immerhin ist bei den malignen Tumoren auf jeden Fall die Operation indiziert. Bei der Strumabehandlung zeigt sich ein deutlicher Rückgang, der durch das Schwinden des die Knoten umgebenden Parenchyms erklärt wird, die Knoten bleiben jedoch bestehen, in manchen Fällen traten bald Rezidive auf. Die Technik der Bestrahlung war Reformapparat der Veifa-Werke mit Amrhein-Röhre oder Müllersches Rapidrohr, 3 mm Aluminiumfilter bei 20 cm Fokushautabstand und 3—5 M.-A. Belastung.

Möller (Hamburg).

Deutsche med. Wochenschr. 1914. Nr. 28.

Huismans (Vinzenzhaus Köln): **Eine einfache Methode, die „Herzspitze“ für die Messung des Längsdurchmessers des Herzens sichtbar zu machen.** Damit die Herzspitze nicht durch den Magenschatten verdeckt wird, wendet Verf. den Kunstgriff an, vor der Aufnahme 5 Stunden hungern zu lassen oder gegebenenfalls den Magen zu spülen.

Nr. 29. Syring (Chirurg. Univ.-Klinik Bonn, Geh. Rat Garrè): **Beziehungen zwischen Plattfuß und Fußtuberkulose.** Auf Grund ausgiebigen Materials wird auf die nicht seltene Fehldiagnose hingewiesen, die schon Ewald im Jahre 1907 (Klinik Vulpius) hervorhebt, daß beginnende Fußtuberkulose als Plattfuß angesehen wird, da solche, besonders oft bei jugendlichen Erwachsenen und am Talonaviculargelenk, das Bild des kontrakten Plattfußes macht. Neben anderen Methoden bedarf es zur Frühdiagnose wiederholter, in verschiedenen Ebenen vorgenommener Röntgenaufnahmen zur Feststellung der tuberkulösen Herde oder wenigstens der bei Tuberkulose fast stets, aber nicht immer auftretenden Knochenatrophie.

Nr. 31. Kühlmann (Straßburg i. E): **Über die Röntgenbehandlung der tuberkulösen Lymphdrüsen.** Bericht über eine Reihe von 15 Fällen, die mit Tiefentherapie behandelt wurden. Technik: Zumeist 3 mm Aluminiumfilter, Kreuzfeuer durch 2—3 Hautstellen, je 12—15 x Tiefendose, 20 cm Abstand, alle drei Wochen; nach fünfmaliger Bestrahlung längere Zeit Pause, sofern noch nicht Heilung eingetreten war. — Verf. sah günstige Erfolge bei allen Formen, der einfachen hyperplastischen, der verkästen oder vereiterten, der ulzerierten und fistelnden Form. Frühheilungen kleinerer Lymphome, wie von anderer Seite angegeben, kamen nicht vor. Vielmehr erscheint auffallend schnelles Schwinden von Schwellungen verdächtig auf Hodgkinsche Krankheit oder Tumor. Es ist wichtig, die Kranken vor der Behandlung darauf aufmerksam zu machen, daß zunächst verschiedene Reaktionen auftreten können, Fieber, Unwohlsein und Anschwellung der Drüsen. Letztere kommt auch bei Krebsbestrahlung vor.



Nr. 33. O. Küstner und Fr. Heinemann (Univ.-Frauenklin. Breslau): **Ergebnisse der Strahlenbehandlung der Karzinome.** Bericht über $1^1/_2$ Jahre Bestrahlungstherapie der Karzinome in der Breslauer Klinik, betreffend 98 Fälle. Die Arbeit bringt eine kurze, außerordentlich inhaltsreiche Übersicht der Ergebnisse. Da eine ausführlichere Veröffentlichung der Einzelheiten in Aussicht gestellt wird, sei auf diese verwiesen.

Nr. 37. Hoene (Garnisonlazarett Mainz): **Ein seltener Fall von Bechterewscher Krankheit.** Bericht über einen außerordentlich schnell zur Kachexie führenden Fall von Spondylitis ancylopoëtica chronica. Der Röntgenbefund war anfangs negativ, auch später im Endstadium wenig charakteristisch: Verwaschenheit der Zwischenwirbelscheiben, der Brustwirbel und der linksseitigen Rippenwirbelgelenke. Der Ileolumbalmuskel der linken Seite war anscheinend verknöchert.

Nr. 39. Th. Axenfeld (Univ.-Augenklinik Freiburg i. Br.): **Kriegsophthalmologische und organisatorische Erfahrungen.** Zusammenfassender Vortrag in der Freiburger Kriegsärztlichen Vereinigung. (30. VIII. 1914.) U. a.: Man muß daran denken, daß selbst das Röntgenbild Eisensplitterchen übersehen lassen kann, die dem Auge schon durch Siderose verhängnisvoll werden können.

Nr. 43. C. Breuer (Berlin-Friedenau): **Die Durchschreibpackung für Röntgen-Negativpapier.** Beschreibung einer Durchschreibpackung für Röntgen-Negativpapier (N. P. G.), die schnelles, billiges und besonders für Großbetrieb wohlgeordnetes Arbeiten erlaubt. Einzelheiten s. im Original. Dies Hilfsmittel dürfte nach Ansicht des Verf. geeignet sein, in dem Wettstreit zwischen Negativpapier und Glasplatte dem Papier neue Freunde zu erwerben.

Schuster (Berlin): **Die Marschkrankheiten, ihre Entstehung, Verhütung und Behandlung.** Neben den anderen für die Leistungsfähigkeit einer Truppe außerordentlich wichtigen Marschkrankheiten wird die Klinik der Fußgeschwulst besprochen. Vergl. Ref. in dieser Zeitschrift über Med. Klinik 1914, Nr. 41 (Müller).

Nr. 44. Ad. Schmidt (Halle a. S.): **Über Lungenschüsse.** Klinische Mitteilungen über Lungenschüsse mit röntgendiagnostischen Bemerkungen. Unter anderem: Luft scheint bei Lungenschüssen in der Regel nicht wesentlich in den Pleuraraum einzutreten, abgesehen von einer geringen Menge, die möglicherweise vorhanden war und während des Transportes resorbiert ist. Zur Erkennung der Verhältnisse bedarf es der Röntgenuntersuchung, zumal die Perkussion wegen Gewebsentspannung, unvollständiger Infiltration oder leichtkomprimierendem dünnschichtigem Exsudat schwer deutbare und wechselnde Schallphänomene gibt. Haematothorax fehlt dagegen selten, bildet sich häufig allmählich, selbst nach einer Woche und mehr. Er ist meist beschränkt und bedarf der Behandlung nicht. Die Probepunktion, von Chirurgen verworfen, wird vom Verf. empfohlen. Sie ist ganz ungefährlich, auch wenn etwas Luft eintritt, was sich zu diagnostischen Zwecken geradezu empfiehlt. Denn die Lage der Luftblase zeigt nachher röntgenologisch Größe und Art eines Exsudates und besonders, ob eventuell darunter noch eine Verdichtung der Lunge besteht. — Auch bei anfangs harmlos erscheinenden Fällen ist die Prognose vorsichtig zu beurteilen.

A. E. Stein (Wiesbaden): **Zur Technik der medizinisch-photographischen Aufnahme.** Verf. empfahl im Jahre 1912 (Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 25), bei medizinischen Photographien auf das Tageslicht zu verzichten und sich der Jupiterlampe zu bedienen, die gleichmäßig gute Bilder herzustellen erlaubt und sowohl für kurzexponierte gewöhnliche Aufnahmen wie für kinematographische Serienaufnahmen geeignet ist. Der Nachteil der Jupiterlampe, der in der Unhandlichkeit lag, ist jetzt durch Konstruktion einer kleinen, tragbaren Jupiterhandlampe von 6000 Kerzenstärken beseitigt, die an jeden Steckkontakt angeschlossen werden kann und zu mannigfachen Zwecken brauchbar ist.

Nr. 45. A. Bittorf (Med. Klinik Breslau, Geh. Rat Minkowski): **Über gastrogene Diarrhöen und das Vorkommen von Achylia pancreatica bei Achylia gastrica.** Verf. berichtet u. a. über Röntgenbefunde von vorerst nur vier Fällen gastrogener Diarrhöe. Untersuchungstechnik der Breslauer Klinik (vergl. Zehbe, Therap. d. Gegenwart, Juni 1913). Es fand sich im Durchschnitt eine etwas verkürzte Magenzeit (3 von 4 Fällen), eine etwas verkürzte Dünndarmzeit, bei größeren Differenzen im Einzelfall; die Unterschiede sind nicht sehr erheblich, auch bedarf es größeren Materials. Die stärkste Verkürzung zeigte die Dickdarmzeit. Besonders schnell war das teilweise Durchwandern durch Coecum und Colon ascendens. Die Dickdarmzeit betrug für einen Teil 9 Stunden gegenüber $22^1/_2$ Stunden der Norm. Freilich blieb ein anderer Teil der Wismuthmahlzeit länger im Dickdarm. Verf. nimmt als häufige Begleiterscheinung und Ursache der Hypermotilität bei gastrogenen Diarrhöen aus vielen Gründen einen Katarrh speziell des Dickdarms an.

Nr. 46. Kromayer (Berlin): **Röntgen- und Lichtbehandlung zur Heilung von Schußverletzungen.** 1. Röntgenbehandlung: Im Stadium der Gewebskallusbildung, die bei Gewebszertrümmerungen, Knochensplittern und zurückbleibenden Geschossen auftritt und weit über das zur Heilung nötige Maß hinausgeht, kann die Bestrahlung nicht nur die Heilungsbedingungen bessern, sondern oft sogar die Heilung erst ermöglichen. Bei oberflächlichen Wunden genügt eine kleine Erythemdosis, zweckmäßig in je $^1/_3$ Dosis auf drei einander folgende Tage verteilt. Aber auch bei tiefliegenden Wunden kann



man sich unter Zuhilfenahme von Filtrierung und Kreuzfeuer so einrichten, daß in der Tiefe nicht mehr Röntgenstrahlen wirken, als zur Erzeugung eines leichten Erythems auf der Haut nötig wären. Unterdosierung wird doch einigen Nutzen stiften und ist jedenfalls allen Gefahrdosen vorzuziehen. — 2. Technik der Lichtbehandlung (Sonne, Kohlenbogenlicht, Metallfadenlampe von 500—1000 Kerzenstärke an und besonders die medizinische Quarzlampe). Die Lichtbehandlung kann im Gegensatz zu den Röntgenstrahlen bald nach der Verwundung und in allen Stadien der Wundheilung, aber nur an offen zutage liegenden Wunden verwandt werden, auch nach Röntgenvorbehandlung (nach abgeklungener Röntgenwirkung). Für die Quarzlampe genügt eine Bestrahlungsdauer von 5 Minuten bei 10—15 cm Abstand; doch ist zu berücksichtigen, daß Fibrinablagerungen das Licht stark absorbieren, also längere Bestrahlung nötig wird. Durch zweckmäßige Strahlenbehandlung können den Soldaten Tausende von Behandlungswochen erspart werden.

Med. Klinik. 1914. Nr. 29.

K. Grahe (Med. Klinik Frankfurt a. M., Prof. Sckwenkenbecher): **Zwei eigenartige Fälle von Tetanie.** Bei beiden Tetaniefällen, die ausführlich beschrieben werden, wurden genaue Röntgenuntersuchungen gemacht (Alwens) und ergaben das eine Mal eine spastische Pylorusstenose, die sich durch Papaverin beheben ließ, das andere Mal die von Falta und Kahn als Tetanie des Magens angesprochenen Zeichen (Hypersekretion, beschleunigte Entleerung).

Nr. 30. W. Schemensky (Med. Poliklinik Jena, Prof. Lommel): **Die Thyreoaplasie (kongenitales Myxödem) und ihre Therapie.** Zwei Fälle von kongenitalem Myxödem, deren einer röntgenologisch gut untersucht wurde. Neben dem bekannten Röntgenbefund der Extremitätenknochen weist Verf. auf eine deutliche Vergrößerung des Türkensattels hin, die durch Hypophysenzunahme gedeutet wird. Die Extremitätenknochen der $3^3/_4$ jährigen Patientin stehn auf dem Standpunkt des Skeletts eines $^1/_2$ jährigen Kindes. Verf. nimmt an, daß die Bilder auch Rhachitis aufweisen, im Gegensatz zu Siegert, nach dem Myxödem und Rhachitis sich gegenseitig ausschließen. Nach Thyreoidbehandlung beträchtliche Besserung; in sehr kurzer Zeit sieht man an Hand-, Finger- und Kniegelenken Knochenkerne auftreten.

Nr. 31. E. Fritzsche und E. Stierlin (Chirurg. Univ.-Klinik Basel, Prof. de Quervain): **Zur Pathologie des Ileus.** Die Röntgenuntersuchung einer Reihe verschiedener Ileusfälle ergab sehr instruktive Befunde. So ließ ein im Zustand der Steifung direkt beobachtetes ungewöhnlich langes U-förmiges Querkolon (Karzinom zwischen Rektum und Sigma) den Schluß machen, daß die Darmsteifung infolge krampfartiger Kontraktion der Ringmuskulatur ohne gleichzeitige Beteiligung der Längsmuskulatur entstehen kann. Im schmerzfreien Intervalle war das gleiche Querkolon in der Längsrichtung kontrahiert unter starker Coecumfüllung (Ort der Dehnungsgeschwüre). — Ein anderer ähnlicher Fall zeigte ganz das Bild der Obstipation vom Aszendenstypus, ferner tiefstehendes Coecum. Bei Röntgenaufnahmen von Dickdarmstenosen bekommt man besonders oft Appendixbilder. — Auch der Mechanismus der Bogenstellung des Querkolons läßt sich verstehen, zumal durch Bilder von Dünndarm-Ileus: durch krampfartige Kontraktionen der Ringmuskeln einer mit Gas und Flüssigkeit gefüllten Darmschlinge kommt es zuerst zur Streckung und Verlängerung derselben, bis zur Spannung des Mesenterialansatzes. Bei weiterer Drucksteigerung kann sich der Darm nur einseitig dehnen, der Dünndarm rollt sich schraubenförmig ein, daß Transversum erscheint als Bogen mit kleinerwerdendem Radius. Starrheit und zunehmende Krümmung des Bogens erklären die außen sichtbare Darmsteifung. (Auch experimentell nachzuahmen.) Verf. kommen zu dem Ergebnis, daß bogenförmig gestellte, gashaltige Dünndarmschlingen ein untrügliches Zeichen des Dünndarm-Ileus sind, daß Bogenstellung des Querdarms den tiefsitzenden Dickdarmverschluß charakterisiert und ihr Vorhandensein eine rein funktionelle Obstipation ausschließe. — Die Arbeit bringt noch eine Reihe weiterer Ergebnisse von beginnendem Ileus (rückläufiger Kottransport) und illustriert zum Schluß das Verhalten des Dickdarms im Endstadium des Ileus, vor und nach Darmperforation durch Dehnungsgeschwür, wie an einem Affen beobachtet werden konnte.

P. Frangenheim (I. chirurg. Klinik d. Akad. in Köln): **Chirurgische Behandlung der Lungenkavernen.** Verf. bespricht die operativen Maßnahmen zur Behandlung solcher Lungenkavernen, die wegen ihrer Lage im Oberlappen, wegen breiter Verwachsungen u. ä. der Pneumothoraxbehandlung nicht zugänglich sind. Es wird der Pneumolyse vor den thorakoplastischen Methoden der Vorzug gegeben, zumal wenn das Plombenmaterial besser ausgebildet wird. Das Röntgenverfahren spielt hierbei die große Rolle, nicht nur die Indikation zu sichern, sondern im Einzelnen Alter, Größe und Lage der Kavernen festzustellen; denn bei sehr großen dünnwandigen Kavernen besteht die Gefahr, daß nach Ablösung der Lunge bzw. der Kavernenwand von der Brustwand infolge ungenügender Blutversorgung Nekrose der Kavernenwand eintritt; zumal vor dem Gebrauch massiver Plomben warnt hier das Röntgenbild.

Nr. 32. R. Güterbock (Berlin): **Zur Untersuchung des Lungenspitzenkatharrs.** Kritische Besprechung der zahlreichen, zumal der subtilen physikalischen Untersuchungsmethoden der Lungenspitzen unter Berücksichtigung des Röntgenverfahrens auf Grund einer großen Reihe kontrollierender Röntgenuntersuchungen. In Übereinstimmung mit früheren Untersuchern kommt Verfasser zu dem Ergebnis, daß



ein völlig negatives Röntgenbild beweisend für das Fehlen einer Lungentuberkulose ist. Einzelheiten siehe in einer demnächst erscheinenden Arbeit von Güterbock und Katz (Poliklinik von Prof. Albu).

F. Deutsch (Krankenhaus Wieden): **Die Behandlung tuberkulöser pleuritischer Exsudate mit Gaseinblasung.** Vortrag vom IV. österreichischen Tuberkulosetag, Wien, 24. Mai 1914. — Verf. bespricht Geschichte und Vorzüge dieser Behandlung und führt aus einer großen Zahl von Beobachtungen die Röntgenbilder von vier Fällen an, bei denen die Verhältnisse durch fortlaufende Röntgenuntersuchung deutlich waren.

W. Wolff (Jüdisches Krankenhaus in Berlin, Prof. H. Strauß): **Die Sekretionssteigerung als therapeutisches Objekt beim Magen- und Duodenalgeschwür.** Statistische Erhebung am klinischen Material, die auch für die Magenröntgenologie von Wert sein mag. Verf. fand Sekretionssteigerung (Hyperazidität und Hypersekretion zusammengenommen) bei $^{2}/_{3}$ aller Magengeschwüre (56 Fälle) und bei mehr als $^{2}/_{3}$ unter 14 Fällen von Duodenalgeschwür. Hypersekretion ergab sich in 15% der Magen-, 36% der Duodenalgeschwüre. In der gleichen Beobachtungszeit kamen viermal so viel Magengeschwüre als Duodenalgeschwüre in Behandlung.

Nr. 33. A. Hoffmann (Chirurg. Univ.-Klinik, Greifswald): **Über Brüche der Lendenwirbelquerfortsätze.** Röntgenbild eines Falles von Fraktur sämtlicher fünf Lendenwirbelquerfortsätze der linken Seite. Mechanismus der Verletzung und die noch geringe Literatur wird besprochen. Im vorliegenden Fall war Patient bisher unter der Diagnose Muskelzerrung geführt, nachdem er sich vor $^{1}/_{2}$ Jahr die Fraktur zugezogen hatte. Damals bestand Hämatom der linken Leistengegend, Bauchdeckenspannung und Leibschmerz links, jetzt nur Kreuzschmerz, besonders bei Bewegung, kein Druck oder Stauchungsschmerz. Überhaupt war der objektive Befund ziemlich negativ, nur das Röntgenbild klärte den Fall auf.

Nr. 35. Strauß (Berlin): **Strahlentherapie im Kriege.** Kurze Übersicht über die therapeutische Anwendung der Strahlen im Heimatsgebiet. Es ist zu denken an die Bedeutung der Röntgenstrahlen für Epithelisierung von Wunden, an ihre heilende Wirkung bei Eiterungen, an ihre schmerzlindernde Wirkung und, vielleicht, an einen Reiz der Röntgenstrahlen zur Knochenkallusbildung (M. Fränkel). Verf. warnt vor allzugroßen Illusionen.

Nr. 37. Strauß: **Über das Feldröntgenwesen.** Kurze Zusammenfassung der Geschichte des Feldröntgenwesens und ihrer gegenwärtigen Ausgestaltung im deutschen Heere. Der Wert des Röntgenverfahrens im Kriege ist bisher in acht Feldzügen erprobt worden. Verf. betont besonders, daß die Anwendung im Krieg sich vor allem dem therapeutischen Nutzen anzupassen hat, daß selbst die Diagnose unter Umständen zurücktritt, wodurch manche Besonderheiten gegenüber der Friedenstätigkeit entstehen. Es gilt der Grundsatz, Röntgenaufnahmen nur da vorzunehmen, wo man in der Lage ist, definitive therapeutische Maßnahmen zu treffen. Nur das Kriegslazarett kommt in Betracht; für die Feldlazarette eignet sich das Verfahren nicht, für die Etappenlazarette wenig. Einzelheiten der Einrichtung unserer jetzigen Feldröntgenwagen siehe im Original.

Nr. 39. H. Pollitzer (II. Med. Klinik Wien): **Über chronischen Gelenkrheumatismus mit Drüsenschwellungen und Milztumor** (Typus Still-Chauffard): Unter drei einschlägigen Fällen fanden sich bei zweien u. a. Knochenherde, die als Tuberkulose anzusehen waren. In kritischer Weise wird neben anderen die Möglichkeit erwogen, daß das Syndrom des chronischen Gelenkrheumatismus mit Drüsenschwellungen und Milztumor ein Charakteristikum metatuberkulöser Rheumatoide sei.

Nr. 41. G. Müller (Berlin): **Die Fußgeschwulst der Soldaten.** Verf. bespricht Entstehung, Häufigkeit, Symptome, Differentialdiagnose, Prognose und Behandlung der Fußgeschwulst in kurzem Abriß. Die Erkennung des lange falsch gedeuteten Leidens geschieht am zuverlässigsten durch das Röntgenbild. Jedoch gibt es Fälle, in denen bei subperiostaler Fraktur keine Bruchlinie erkannt und der Kallus erst nach ein bis zwei Wochen im Röntgenbild sichtbar wird. Bei Fraktur umgreift der Kallus den Knochen ringförmig, bei Periostitis legt er sich spindelförmig an. Man sieht meist Quer- oder Schrägbruch, selten Splitterbruch. Der linke zweite Metatarsus wird am häufigsten, demnächst der rechte zweite, demnächst die dritten Metatarsen befallen (Tobold). Auch heute noch gibt es manche Möglichkeiten der Fehldiagnose.

A. Köhler (Berlin): **Die Chirurgie im Felde.** Aus dem großen Aufsatz (entnommen aus: Taschenbuch für Kriegschirurgen, das bei Urban & Schwarzenberg erscheint) ist ein Punkt hervorzuheben: Verf. warnt davor, im Lazarettbetrieb dem Kranken zu früh das Röntgenbild seiner Knochenfraktur zu zeigen; es kommt vor, daß schon gehfähige Kranke allen Mut zum Auftreten verlieren, wenn sie im Röntgenbild die noch nicht verheilten Knochenläsionen gesehen haben.

Nr. 43. S. Jonas (Wien): **Über die vom Magen ausgehenden chronischen Reizzustände des Darmes.** Verf. gibt auf Grund einer Reihe zugleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungen von Magendarmkranken eine große Zahl von Beobachtungen und Erwägungen, die über den Rahmen eines kurzen Referates hinausgehen. Da nicht jede Hypermotilität zu Diarrhöen führt, bedarf die klinische Beobachtung der Ergänzung durch die Röntgenuntersuchung, welche allein die Schnelligkeit der Passage bei motorischen Reizzuständen sichtbar macht. Ausgehend von klinischen Mitteilungen (Schmidt,



Schütz, Rubow u. a.) werden die Fragen aufgeworfen: Warum bei Achylie bald Diarrhöe, bald normale Stühle, bald Obstipation vorkommt; warum Atonie meist zu Obstipation, aber zuweilen zu Diarrhöen führt; warum Hyperazidität meist mit Obstipation, aber manchmal mit Diarrhöe einhergeht. Verf. fand unter anderem: Bei Achylie sieht man meistens abnorme Durchgängigkeit des Pylorus, kenntlich am kontinuierlichen Durchfluß des Mageninhalts; daß bei Versagen der antiseptischen Fähigkeit des Darmes dabei ein chronisch diarrhöischer Reizzustand des ganzen Darmes eintreten kann, leuchtet ein, eine Hypermotilität des ganzen Magendarmtraktes, wie sie für die Entstehung gastrogener Diarrhöen immer nötig ist. Auch bei manchen Fällen von Hyperazidität, mit Hypermotilität, findet sich als Zeichen derselben abnorme Pylorusdurchgängigkeit, die in der gleichen Weise wie bei Achylie Neigung zu Diarrhöen erregen kann. Endlich kann bei Achylie, bestimmten Formen von Hyperazidität (Rubow) und Duodenalgeschwür sogar eine Magenatonie durch abnorme Durchgängigkeit des Pylorus soweit überwunden werden, daß in der genannten Weise Hypermotilität des Darmes und Diarrhöe entsteht.

Nr. 44. G. Singer (Wien): **Dysenterie.** Aus diesem größeren klinischen Aufsatz sei auf die Betonung der Tatsache hingewiesen, daß Morphin und Opium in den gebräuchlichen Dosen eine sehr vertiefte und hypertonische Kontraktion des Pylorus und des Sphincter ileocolicus hervorrufen (Magnus); Verf. sah klinisch und radiologisch, daß diese Hypertonie auch die distalen Darmabschnitte betrifft. Weil dies Vermehrung der Koliken, Antiperistaltik, Retention toxischer Substanzen hervorrufen kann, so ist bei Dysenterie ganz besonders vor großen Opiumgaben zu warnen, solange durch andere Prozeduren Tenesmus und Koliken sich bekämpfen lassen.

Nr. 48. Drüner: **Behelfe zur Fremdkörperbestimmung.** Für den stereoskopisch nicht Geübten bedarf es einer einfachen Methode, im genauen Maß die Entfernung des Fremdkörpers von einem oder mehreren markierten Punkten der Körperoberfläche zu bestimmen. Es wird hier eine Methode angegeben, die erlaubt, ohne irgendwelche vorbereitete Apparate mit dem Material der gewöhnlichen Röntgenaufnahme diese Bestimmung vorzunehmen. Es handelt sich um eine Doppelaufnahme auf eine Platte, wobei an der Oberfläche der Kassette oder der Packung zwei Metallmarken in gemessenem Abstand (meistens 65 mm) angebracht sind, deren Schwärzung sich von selbst auf der Haut abzeichnet. Der Fokus der Röntgenröhre steht bei der ersten Aufnahme 65 cm über der einen Metallmarke, bei der zweiten ebenso über der andern. Eine einfache Berechnung ergibt dann die Ortsbestimmung des Fremdkörpers, und zwar genauer als das Verfahren von Fürstenau, dessen Schwächen es im übrigen teilt, vor dem es aber noch die Vorzüge hat, keines besonderen Hilfsmittels zu bedürfen und gegebenenfalls auch andere Entfernungen als die angegebenen verwenden zu können. — Dem mit der Stereoskopie Vertrauten muß dagegen dringend stereoskopische Fremdkörperbestimmung empfohlen werden. Denn das Stereogramm zeigt oft auf den ersten Blick, ob z. B. die Spitze des Geschosses zwischen den hinteren Bögen von Lendenwirbeln steckt, schräg nach unten und hinten aus der Wirbelsäule in die Rückenmuskulatur herausragt u. a., zeigt überhaupt unmittelbar die Beziehungen eines Fremdkörpers zu tieferliegenden Knochenteilen und Organen, seine Achsenrichtung, was alles bei einfacher Entfernungsmessung unbekannt bleibt; ganz abgesehen davon, daß es sich meist in erster Linie um Aufklärung über den Schußkanal und die Gewebsveränderungen handelt, erst in zweiter Linie um den Nachweis des Fremdkörpers. Das Stereogramm macht oft die Messung unnötig. Verf. schildert ein einfaches Aufnahmeverfahren von Stereogrammen auf zwei getrennten Platten und erläutert, wie man die beiden Stereogrammhälften ohne weitere Hilfsmittel (über Kreuz schielend) oder durch Vorhalten eines Prismas betrachten kann. Zwei Plattenaufnahmen sind ungleich klarer als das Doppelbild auf einer Platte. Dem Verfahren wird vor den Vorschlägen von Holzknecht der Vorzug gegeben. Stereoskopie läßt sich nur durch Erfahrung lernen, schwer literarisch klar machen.

S. Ehrmann (Wien): **Die strahlenden Energien in der Dermatotherapie.** Verf. bespricht in einem Fortbildungsvortrag kurz zusammenfassend die Bedeutung des Lichtes, der Radium- und der Röntgenstrahlen für die Behandlung einer Reihe von Hautkrankheiten. Aus dem Absatz über Röntgenbehandlung sei die Bedeutung derselben für Lichen ruber hypertrophicus verrucosus hervorgehoben; kaum ein Fall dieses Leidens hält dem kombinierten Angriff des Arsens und der Röntgenstrahlen stand. Für gewisse Ekzemformen, namentlich chronische und subakute, haben Röntgenstrahlen, selbst in halber Erythemdosis und weniger, auffallenden Erfolg, besser als ultraviolettes Licht, das andrerseits bei der Behandlung der Psoriasis vor den Röntgenstrahlen bewertet wird. Von den Epitheliomen unterzieht Verf. besonders die Basalzellenepitheliome und Zylindrome der Röntgentiefenbestrahlung und behält die aus dem Ceratoma senile hervorgehenden trocknen Epitheliome eher der Radiumbehandlung vor, weil die Röntgenstrahlen mehr eine Atrophie des Bindegewebes machen und daher der weiteren Anwendung keine so rasche Grenze setzen wie Radium, das zu einer Verdichtung des Bindegewebes führt. — Für die Behandlung des Lupus empfiehlt Verf. die kombinierte Therapie mit Röntgenstrahlen und Resorzinpaste; die 33%ige Resorzinpaste bahnt durch Beseitigung der oberflächlichen Lupusmassen den Röntgenstrahlen den Weg in die Tiefe. Diese Kombination ist auch dort anzuwenden, wo sich Finsenbehandlung nicht anlegen läßt, am Ohrläppchen, der Konjunktiva. Bei Skrophuloderma, Fungus cutis u. a. wird die Röntgen-

behandlung vorteilhaft durch Verbände mit Jodlösung oder natürlichen Jodwässern und durch Sonnenbestrahlung unterstützt. Auch Erythema induratum und Mycosis fungoides werden röntgentherapeutisch gebessert. O. Hesse (Berlin).

Zentralblatt f. Chir. 1914. Nr. 4. S. 142.

E. Rehn (Jena): **Experimente zum Kapitel der Pyelographie.** Anknüpfend an die von Wossidlo veröffentlichten Beobachtungen über Nierenschädigungen bei diagnostischen Kollargolfüllungen des Nierenbeckens bespricht Verf. seine in der gleichen Richtung sich bewegenden Versuche. Hierbei konnte die für die urologische Röntgendiagnostik wichtige Tatsache ermittelt werden, daß bei der gesunden Niere sich Kollargol nur im Nierenbecken findet, bei experimentell erzeugter Hydronephrose dagegen makroskopisch und mikroskopisch Kollargol in der Nierensubstanz nachweisbar war, um endlich bei der Pyelonephritis auch in Leber und Lunge aufzutreten. Es wird dadurch aufs neue bestätigt, daß, wie auch andere Autoren festgestellt haben, die Kollargolfüllung des Nierenbeckens — wenigstens bei Erkrankungen des Nierenparenchyms — keineswegs die harmlose Untersuchungsmethode ist, als welche sie vielfach gilt.

Nr. 26. S. 1105.

M. Fraenkel (Charlottenburg): **Die günstige Einwirkung der Röntgenstrahlenreizdosen bei der Heilung von Knochenbrüchen.** Verf. hat die Erfahrung, daß es Gewebe des menschlichen Körpers gibt, die nur unter pathologischen Verhältnissen auf eine Reizwirkung durch Röntgenstrahlen reagieren, auch auf die Behandlung der Knochenbrüche übertragen. Er konnte hier bemerkenswerte Erfolge erzielen, sogar eine traumatische Gangraen des Endgliedes des Daumens erholte sich unter Strahlentherapie wieder. Betreffs genauerer Angaben über Dosierung usw. wird auf eine spätere ausführlichere Publikation verwiesen.

Nr. 27. S. 1147.

Joseph: **Zur Technik der Pyelographie.** Verf. glaubt, daß die üblen Zufälle, über die in der Literatur berichtet wird, auf mangelnde Technik zurückzuführen sind. Er läßt seine Patienten am Tage vor der Aufnahme abführen, verwendet dann dünne Wismut-Ureterenkatheter (5. und 6.). Der Katheter muß sich leicht verschieben lassen und wird bis zu ca. 22—23 Ringen eingeführt. Dann wird das Cystoskop entfernt. Das freie Ende der Katheter wird mit Heftpflaster am Oberschenkel befestigt und dann der Patient nach dem Röntgenzimmer gebracht. Nachdem zur Aufnahme alles hergerichtet ist, wird der Kranke in die entsprechende Lage gebracht und mit einer Rekordspritze 10% frische Kollargollösung injiziert, wobei dem Patienten aufgegeben wird, sobald er Schmerzen in der betreffenden Nierengegend fühlt, sich zu melden. Bei normal weitem Nierenbecken ist dies meist nach 3—4 ccm gelegentlich nach 6—8 ccm der Fall. Blitzaufnahme $^1/_{10}$ Sekunde. Nach der Aufnahme erhebt sich der Patient und die Katheter werden entfernt. Grund, die Kranken in stationäre Behandlung zu nehmen, ist nicht vorhanden, viele reisen am gleichen Tage wieder ab.

Nr. 33. S. 1353.

v. Lichtenberg: **Zur Technik der Pyelographie.** Auf Grund seiner Erfahrungen an ca. 1000 Pyelographien ergänzt Verf. die Mitteilungen, die Joseph über das gleiche Thema gemacht hat. (Zentralbl. f. Chir. 1914, Nr. 27.) Die Pyelographie wird als letzter Akt der Nierenuntersuchung direkt im Anschluß an diese ausgeführt. Zur Verwendung gelangen Wismutkatheter. Die Katheter werden bis in das Nierenbecken vorgeschoben und dann das Cystoskop entfernt. Jetzt wird die Funktionsprüfung vorgenommen. Zur eigentlichen Pyelographie wird wieder ein Katheter Charrière 17 in die Blase eingelegt, aus dem dann das Kollargol abfließen kann. Zur Injektion gelangt Kollargol Heyden 10%. Die Einspritzung wird mit einer Rekordspritze gemacht und sofort unterbrochen, wenn der Kranke über Sensationen klagt, bzw. wenn Kollargol wieder aus dem Katheter abläuft. Die Menge des einzuführenden Kollargols richtet sich nach dem Grundleiden. Als Kontraindikation kennt Verf. nur die Blutung. Die Unglücksfälle der Literatur läßt L. zurzeit nachprüfen, um hieraus vielleicht noch weitere Kontraindikationen festzustellen.

Zentralblatt f. Gyn. 1914. Nr. 13. S. 466.

Halban: **Protektive Wirkung der Radiumamenation auf die sekundären Sexualcharaktere der Tritonen.** Eine stimulierende Wirkung auf das Wachstum der Versuchstiere tritt nur bei niedriger Dosierung ein, während bei höherer Dosierung direkt eine wachstumshemmende Wirkung ausgeübt wird. Dies gilt in der gleichen Weise für Röntgen- wie auch für Radiumstrahlen. Bringt man Tritonen in emanationhaltiges Wasser, dann wächst der Kamm, der sich sonst zurzeit der Brunst entwickelt, in viel stärkerem Maße. Dabei wird gleichzeitig eine bedeutend stärkere Häutung als bei den Kontrolltieren beobachtet. Endlich war festzustellen, daß das Zurückgehen des Kammes viel später erfolgte als bei den mit Emanation nicht behandelten Tieren. Dasselbe trat auch außerhalb der Brunstperiode bei gleicher Versuchsanordnung auf. Über die Wirkung der Emanation auf die Keimdrüsen selbst sind die Versuche des Verf. noch nicht abgeschlossen.



Nr. 18. S. 658.

Rubin (New York): **Röntgendiagnostik der Uterustumoren mit Hilfe von intrauterinen Kollargolinjektionen.** Vorläufige Mitteilung. Die zur Strahlentherapie notwendige Entscheidung, ob ein Tumor submucös oder interstitiell sitzt, kann vielleicht durch Röntgenaufnahmen des Uteruscavums nach Kollargolinjektion getroffen werden. Verf. hat bisher nur an Tieren experimentiert, verhehlt sich aber die Gefahren der ascendierenden Erkrankung beim Menschen nicht falls es sich um einen Fall mit infektiösem Uterusinhalt handelt.

Nr. 22. S. 800.

Straßny (Wien): **Bemerkungen zu dem Aufsatz von J. C. Rubin: Über Röntgendiagnostik der Uterustumoren.** An Stelle der Injektion von Kollargol in das Uteruscavum wird „Unguentum Credé" empfohlen, welches bei gleicher Schattengebung nicht die Gefahr des Eindringens von Flüssigkeit in die Bauchhöhle hat.

Nr. 26. S. 932.

M. Fraenkel (Charlottenburg): **Die Reizwirkungen der Röntgenstrahlen und ihre therapeutische Verwendung. I. bei Chlorose.** Verf. glaubt, daß die Chlorose junger Mädchen vielfach auf einem Darniederliegen der Ovarialfunktion beruht. Durch Anwendung von „Reizdosen" gelang es ihm in solchen Fällen Besserung zu erzielen.

Nr. 32. S. 1132.

Max Hirsch (Berlin): **Röntgenstrahlen und Eugenetik.** Bei der Beurteilung der Frage: Strahlenbehandlung oder Operation des Myoms ist die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Keimzellen bisher nur wenig berücksichtigt worden. Das Gleiche in noch höherem Maße gilt von der Anwendung der Strahlen zum Zwecke der temporären Sterilisierung. Eng im Zusammenhang hiermit steht die Strahlenbehandlung der Dysmenorrhoe der chlorotischen Mädchen. Solange nicht durch das Tierexperiment hinreichend Garantie gegeben ist, daß die Nachkommenschaft durch Bestrahlung der mütterlichen Keimzellen keine Zeichen von Schädigungen aufweist, glaubt Verf. in den angeführten Fällen von der Anwendung des Röntgenlichts nur bei striktester Indikation Gebrauch machen zu sollen.

Zeitschrift f. klinische Medizin. Band 75, Heft 5 u. 6.

Stierlin: **Zur Röntgendiagnostik der Colitis ulcerosa.** Es konnten 11 einschlägige Fälle durch die Autopsie in vivo kontrolliert werden. Für die röntgenologische Seite der Frage kommt Verf. hierbei zu folgenden Schlußfolgerungen: 1. Der ulzerativ oder indurativ veränderte Darmabschnitt gibt infolge seines eigenartigen motorischen Verhaltens nie einen normalen Kontrastschatten. Entweder fehlt er vollständig oder man sieht an seiner Stelle feine längsgezogene oder marmorierte Schattenspuren. 2. Ulzeröse Ausbuchtungen der Darmwand, namentlich solche mit unterminierten Rändern, können infolge Retention kleiner Wismutreste im Röntgenbild als matte, oft dunkler umrandete, bei mehreren Aufnahmen konstant bleibende Schattenflecken direkt zur Darstellung kommen und bei gehäuftem Vorkommen zur „Marmorierung" führen. Zur Technik ist zu bemerken, daß Verf. Wismut- oder Bariumbrei verabreicht; er gibt hiervon bis zu 200 ccm. Sind die Patienten bettlägerig, dann bleiben sie $1^1/_2$ Stunden auf der rechten Seite liegen. Nach 3 Stunden nehmen sie wieder ihre gewohnte Nahrung zu sich. Bei Erkrankungen vom Coecum und Colon asc. ist ein Resultat nach 5—8 Stunden, bei tieferen Colonabschnitten nach 10—12 Stunden zu erwarten.

Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge. Nr. 187.

Iselin (Basel): **Die Behandlung der chirurgischen Tuberkulose.** „Chirurgische Tuberkulose" ist die Tuberkulose der Weichteile, Knochen, Gelenke und Lymphdrüsen. Ihre Behandlung ist in den letzten Jahren immer mehr vom operativen zum konservativen Typus übergegangen. I. erörtert eingehend die Wandlungen, die die Lehre vom Infektionsmodus der Tuberkulose im Laufe der Jahre erfahren hat, ohne daß auch heute eine vollkommene Einigung erzielt worden sei. Ähnlich ging es mit der Therapie: ursprünglich rein symptomatisch trat mit der Listerschen Ära die operative Therapie in den Vordergrund. Sie feierte Triumphe durch die Resektionsmethoden, welche es ermöglichten, Kranke, die jahrelang ans Bett gefesselt gewesen waren, wieder auf die Beine zu bringen. Schon bald aber mußten König sen. und seine Schule dem „Resektionsschlendrian" Einhalt tun, da es sich, namentlich bei Kindern und jugendlichen Individuen, zeigte, daß auch die konservativen Maßnahmen gute, ja teilweise bessere Resultate gaben, da sie erhebliche Verkürzungen nicht eintreten ließen. Unterstützt wurde dieses Vorgehen wesentlich durch das Jodoform. Andere Verfahren seien nur kurz erwähnt: Hyperämie, Zimmtsäure, Injektion von Jodpräparaten, Tuberkulinbehandlung. Als modernste Behandlungsmethode hat die Anwendung der Röntgen- und Sonnenstrahlen zu gelten. Verf. behandelte 800 Fälle chirurgischer Tuberkulose mit Röntgenlicht. Daß das Verfahren Hervorragendes leistet, beweist die Tatsache, daß in der Versuchszeit von drei Jahren fast keine Operationen mehr wegen Tuberkulose ausgeführt zu werden brauchten. Naturgemäß können nicht alle chirurgischen Tuberkulosen der Röntgenbehandlung unterworfen werden, da ihr Grenzen gesetzt sind durch die Tiefenwirkung, die ungenügende Durchlässigkeit



der Knochen und die Empfindlichkeit der Haut. Gerade hier müssen die von I. einwandsfrei festgestellten Spätschädigungen Berücksichtigung finden: er hat zehn Röntgenulcera beobachtet. — Neben der örtlichen Wirkung äußert sich der günstige Einfluß der Röntgentherapie vor allem in der Gewichtszunahme, die in 70—80% der Fälle eintrat. Über die Wirkungsweise können sichere Angaben noch nicht gemacht werden, ob es sich um Abbau der Toxine, oder Freiwerden von Antikörpern oder Abschwächung der Virulenz handelt. Immerhin ist eine gleichzeitige Anwendung von Röntgenstrahlen und Tuberkulinisierung nicht angebracht. Zum Schluß der Arbeit bringt Verf. zur Vervollständigung seiner Ausführungen noch einige Bemerkungen über die Rolliersche Sonnenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose.

Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. 1912. Nr. 20.

Iselin (Basel): **Die konservative Behandlung der Drüsentuberkulose.** Zur zielbewußten Behandlung der Drüsentuberkulose ist es notwendig, daß man sich zunächst mit der physiologischen und pathologischen Bedeutung der genannten Organe befaßt. Auf Grund seiner Studien und Erfahrungen hält hiernach Verf. trotz der guten Resultate der Röntgentherapie die reinliche Exstirpation einzelner Drüsen für die Methode der Wahl. In der Mehrzahl der Fälle liegen aber die Verhältnisse nicht so günstig, sondern es sind Verwachsungen vorhanden und es ist schon zu teilweise Erweichungen gekommen. Hier war es Rolliers Sonnenlichtbehandlung, die die ersten Dauerresultate aufwies, nachdem die Tuberkulintherapie noch nicht als erfolgreich angesehen werden konnte. Verf. hat das Sonnenlicht durch das stets zur Verfügung stehende Röntgenlicht ersetzt. Die Wirkung war eine überraschende: nach einer mehr oder minder starken alsbald nach der Bestrahlung einsetzenden Reaktion beginnen nach 14 Tagen bis 3 Wochen feste Drüsenpakete sich in einzelne Lymphknoten zu gliedern unter Verkleinerung des Gesamtvolumens. Kalte Abszesse, oft vergeblich mit Punktion behandelt, verschwinden. Fisteln, die jahrelang bestanden haben, schließen sich. Längere Behandlungsdauer erfordern auch in pathologisch-anatomischem Sinne verkäste Drüsen. Fernwirkung der Röntgenstrahlen oder Ausbreitung des tuberkulösen Prozesses zu einer Miliartuberkulose hat Verf. nie beobachten können. Die Behandlungsdauer beträgt für größere Pakete 5—6 Monate bis zu einem Jahr. Diesem Nachteil der Länge der Zeit steht der Vorteil gegenüber, daß man ohne Narben auskommt, und daß vor allem auch die versteckt liegenden Drüsen getroffen werden. Eine Frage muß noch unbeantwortet bleiben, nämlich, ob es nicht gewisse Gefahren in sich birgt, die gegen eine Infektion als Filter wirkenden Drüsen durch das Röntgenlicht so weitgehend zu zerstören bzw. zu schädigen. Über die günstigen Resultate des Verf. noch einige Zahlen: Bestrahlt wurden 99 Patienten mit geschlossener Drüsentuberkulose, von denen 63 vollkommen geheilt sind; 35 sind in Heilung bzw. noch in Behandlung. 1 Fall blieb unbeeinflußt. Von 45 fistelnden Kranken sind 29 geheilt.

Beiträge zur Klinik der Tuberkulose. Band 21. Heft 3.

Hugo Kraus: **Zur Diagnostik kleiner Gasblasen über pleuritischen Ergüssen.** Der Vorläufer eines pleuritischen Exsudats bei Tuberkulose kann oft ein Spontanpneumothorax sein. Die Erkenntnis dieser Genese ist im einzelnen Falle oft von großer Wichtigkeit, da sie ausschlaggebend für die Therapie ist. Der Seropneumothorax kann als einfaches pleuritisches Exsudat imponieren, daneben kommt aber dem Pneumothorax durch das Hinzutreten des Exsudats ein erheblicher therapeutischer Wert zu, solange dasselbe steril bleibt. Handelt es sich nun um eine nur kleine Luftblase, dann kann sie u. U. nur röntgenologisch nachweisbar sein. Hierzu muß man sich aber als Hilfsmittel der aufrechten Körperhaltung bedienen. Aber auch diese Lagerung versagt, wenn es sich um große Exsudate handelt, die die Luftblase ganz oben nach der Lungenspitze zu treiben. Sie hebt sich nicht mehr deutlich ab, da hier meist Adhäsionen bestehen, oft die Lungenspitze auch infiltriert ist und schließlich da die umgebende Muskulatur dichte Schatten gibt. Diesen Übelständen kann man dadurch abhelfen, daß man den Patienten zunächst im Stehen untersucht und ihn dann sich im Winkel von 45 Grad auf die gesunde Seite neigen läßt, wodurch die Luftblase sofort sichtbar wird. Natürlich werden die Exkursionen der Gasblase durch ausgedehnte Adhäsionen erheblich beschränkt.

Zeitschrift für urologische Chirurgie. 1914. Band 2. Heft 3/4.

Milko und Révesz: **Zur Röntgendiagnostik der Nierensteine.** Kasuistischer Beitrag: Eine Frau leidet seit Jahren an Blasenbeschwerden mit eitrigem Urin. Befund aus Palpation und Ureterenkatheterismus sowie Röntgenbild: vereiterte Steinniere links. Auch im rechten Nierenschatten ist ein großer runder Schatten vorhanden. Exstirpation der linken (d. h. vereiterten) Niere. Nach etwa einem halben Jahre sollte auch an die rechte Niere operativ herangegangen werden. Zu diesem Zweck vorher Röntgenbild. Der Nierenschatten ist jetzt durch vikariierende Hypertrophie bedeutend größer geworden, die Niere liegt im ganzen auch tiefer als früher; dagegen ist der Steinschatten genau an der alten Stelle geblieben, wie das durch die Projektion auf die Rippen festgestellt wurde. Damit und durch Bestätigung mittels Pyelographie war mit Sicherheit festgestellt, daß es sich nicht um einen Nierenstein handeln konnte, sondern daß mit aller Wahrscheinlichkeit ein Gallenstein vorlag.



Klinisch-therapeutische Wochenschrift. Band 21. Nr. 9.

Szerb und Revész: **Das Papaverin in der Röntgendiagnostik der Magenerkrankungen.** Pal hat zuerst das Papaverin (ein Alkaloid des Opiums) eingehend untersucht und festgestellt, daß es den Tonus der glatten Muskelelemente herabsetzt. Dies tritt ein bei lokaler Applikation oder bei Zufuhr durch das Zirkulationssystem. Verff. haben das Papaverin nach dem Vorgang von Holzknecht und Sgalitzer in 14 Fällen angewandt, um spastische Zustände des Pylorus von organischen Stenosen an demselben röntgenologisch festzustellen. Die Technik ist sehr einfach: es wird zunächst eine Röntgenschirmdurchleuchtung bzw. -aufnahme gemacht. Dann 1 Tag Pause. Am 3. Tag Wiederholung der Röntgenaufnahme, nachdem eine Stunde vorher 0.05 Papaverin hydrochloric. per os verabreicht ist. Schädliche Wirkung wurde nie beobachtet. Verff. haben sehr gute Erfolge bei der Differentialdiagnose der spastischen gegen organische Störungen gesehen, insbesondere konnte ein spastischer Sanduhrmagen als solcher erkannt werden.

Umschau. 1914. Nr. 12. S. 246.

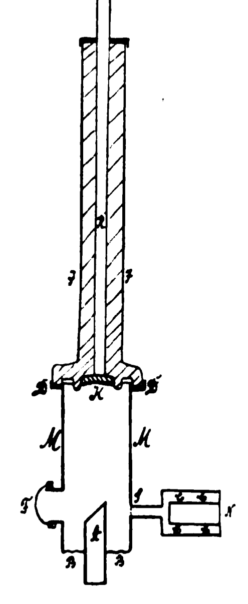
Faber: **Eine neue Anwendung der Röntgenstrahlen.** Das Interessante der Methode liegt darin, daß es gelingt durch Röntgenstrahlen bei Ölgemälden frühere Entwürfe, Korrekturen und Beschädigungen sichtbar zu machen. Verf. hat die Dichtigkeitswerte der einzelnen Farben für die Röntgenstrahlen genau geprüft und stellt dieselben tabellarisch zusammen. Auch übermalte Signierungen konnten durch Röntgenstrahlen wieder sichtbar gemacht werden. Endlich können Kopien von Originalen dadurch unterschieden werden, daß bei dem Original sich stets übermalte Stellen finden, während die Kopie nur immer eine Fassung — die letzte des Originals — aufweist.

Zeitschrift f. Laryngologie, Rhinologie u. ihre Grenzgebiete.

Réthi (Budapest): **Meine neue Methode bei der Röntgendarstellung des Kehlkopfs und der Luftröhre.** Sagittale Röntgenaufnahmen des Kehlkopfs blieben bisher wegen der schattengebenden Wirkung der Wirbelsäule nur ein frommer Wunsch. Verf. gelang es durch eine neue Technik bemerkenswerte Erfolge zu erzielen. Nach einer guten Anästhesierung des Rachens und des Hypopharynx wird ein länglich geschnittenes Filmstück in den Ösophagus eingeführt und es gelingt, wie die beigefügten Abbildungen zeigen, in der Tat technisch vollkommene Bilder zu erzielen, die auch die Ausbreitung pathologischer Prozesse sehr gut zur Veranschaulichung bringen. Über die Einzelheiten des Verfahrens vergleiche das Original. E. Hayward (Berlin).

Elektrotechnische Zeitschrift. Bd. 36. S. 49. 1915.

L. Zehnder: **Eine gefahrlose metallische Röntgenröhre.** Die neue Röntgenröhre des Verf. (s. die Figur) besteht aus einem Messingrohr MM, auf dessen eines Ende ein langes und dickes Porzellanrohr JJ entweder aufgekittet oder mit einem Kautschukring DD luftdicht aufgesetzt ist. Durch die Höhlung von JJ ist ein Kupferrohr R gesteckt, das an seinem inneren Ende die Hohlspiegelkathode K trägt. Diese liegt mit Ausnahme ihrer Vorderfläche dem Porzellan überall an. Die Antikathode A kann aus massivem Kupfer oder auch aus einem Kupferrohr bestehen und dann durch stehendes oder fließendes Wasser gekühlt werden. Sie ist in dem Wellblechboden BB des Messingrohres MM befestigt, um ihre Stellung, wenn sie angestochen sein sollte, leicht verändern zu können. Ihr gegenüber befindet sich das Fenster F der Röhre zum Durchlaß der Röntgenstrahlen, das aus dünnem Glas oder Aluminium besteht und in das Seitenrohr von MM eingekittet oder mit Kautschukring luftdicht eingesetzt wird. N ist ein zur Lufterneuerung dienendes, mit Kohlstücken CC gefülltes und durch ein Sieb S vom Hauptrohr abgeschlossenes Nebenrohr. Eine Versuchsröhre des Verf. ergab bei gleicher Primärenergie eine etwa 10mal größere Leistung als eine entsprechende Gundelachröhre. Allerdings geht aus der Abhandlung nicht klar hervor, ob dies vielleicht nur deswegen der Fall war, weil man bei der neuen Röhre dem Brennfleck auf der Antikathode entsprechend näher kommen konnte. In diesem Fall würde es natürlich notwendig werden, bei größerer Annäherung an die Röhre das Metallgehäuse MM derselben beim Betriebe an Erde zu legen, da sonst der Patient von hier aus starke elektrische Schläge bekommen würde. Die Erdung von MM bedingt aber auch eine solche des mit A und also auch mit MM verbundenen positiven Pols des Hochspannungsapparates und damit eine Verdoppelung der Durchschlagsgefahr des letzteren. Ein anderer Nachteil der Röhre ist offenbar der, daß ein Dauerbetrieb mit ihr nur unter künstlicher Kühlung der Kitt- bzw. Dichtungsstellen möglich ist, was aber offenbar eine ganz erhebliche Erschwerung des Betriebes bedeutet. Ob die Röhre sich in die Praxis einführen wird, erscheint daher fraglich. Erwähnenswert ist noch, daß Verf. keinerlei Patentschutz auf seine Erfindung genommen hat.



Annalen der Physik. Bd. 46. S. 157. 1915.

E. Keller: **Diamantröntgenbilder.** Bei den Laueschen Interferenzerscheinungen strahlt der Diamant seine Interferenzbilder nach allen Richtungen hin aus, während sich diese Bilder bei allen anderen Kristallen auf einen Kegelwinkel von höchstens 45° — vom durchdringenden Strahl aus gerechnet — beschränken. Diese Sonderstellung des Diamanten soll nach Debye dadurch verursacht sein, daß bei diesem Stoff die Wärmebewegung der Moleküle besonders gering ist, und deswegen die Moleküle hier ein besonders regelmäßiges Raumgitter bilden. Nach dem Verf. reicht indessen dieser Grund allein zur Erklärung jener Sonderstellung des Diamanten nicht aus, sondern es ist dabei auch noch zu berücksichtigen, daß in diesem Kristall die Absorption der Röntgenstrahlen geringer ist als in allen andern; ja dieser Umstand soll nach dem Verf. sogar bei der fraglichen Erscheinung die Hauptrolle spielen. Ein dritter Grund für die in Rede stehende Ausnahmestellung des Diamanten ist darin zu suchen, daß bei ihm auch der gegenseitige Abstand der Moleküle, d. h. also in diesem Falle die sogenannte Gitterkonstante, besonders klein ist. Dieselbe beträgt nämlich für den Diamanten nur $3{,}55.10^{-8}$ cm, während sie z. B. für das Zinksulfid $5{,}43.10^{-8}$ cm ist.

Walter (Hamburg).

Deutsche Militärärztliche Zeitschrift. 1914. Heft 15.

Otto Strauß (Berlin): **Über Röntgenuntersuchungen in Garnisonlazaretten.** Strauß bespricht eine Reihe von technischen Fragen unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse und Verhältnisse in Garnisonlazaretten. Was St. über die heikle Röhrenfrage, über das geeignete Instrumentarium, die Verstärkungsschirme usw. sagt, ist durchweg zu unterschreiben. Eine Beherzigung seiner Ratschläge würde nur zum Vorteil der Garnisonlazarette dienen.

Zentralblatt für Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete. 1914. Heft 4.

A. Hörder (Bonn): **Mesothorium und Thorium x.** H. erklärt am Schluß seiner Übersichtsausführungen das Mesothorium und Thorium x, wie das Radium, als wertvolle Bereicherung unseres Arzneischatzes. Die auf die radioaktiven Substanzen gesetzten Hoffnungen sind in gewisser Beziehung berechtigt, jedoch muß erst die Zukunft lehren, ob sich die jetzigen Anschauungen bestätigen werden.

Fränkel (Charlottenburg): **Überblick über Röntgen- und Radiumarbeiten aus dem Gebiete der Gynäkologie.** Übersichtsreferat.

Heft 5 u. 6. Greinacher (Zürich): **Das Ionometer und seine Verwendung zur Messung von Radium und Radiumemanation.** Die mit 7 Abbildungen versehene Abhandlung berichtet über das Prinzip und die Ausführung des Apparates, sowie über die Eichung und Anwendung desselben Muß im Original gelesen werden.

Altschul (Prag): **Kompressionsaufnahmen.** A. hat am Jaminstatives eine kleine Modifikation angebracht (verstellbarer Höhenschlitten). Warum Verf. deshalb alle anderen Kompressionsmodelle mehr weniger ungünstig kritisiert, ist nicht recht einzusehen. Jedenfalls sind mancherlei Einwendungen gegen die allzukurzen Ausführungen in dieser Beziehung möglich.

Wohlauer (Charlottenburg) liefert einen recht ausführlichen Bericht über den **X. Jubiläumskongreß der Deutschen Röntgengesellschaft** vom 19.—21. April 1913 in Berlin.

Rothschild (Soden im Taunus) berichtet über den **35. Balneologenkongreß** in Hamburg vom 11.—16. März 1914.

Stein (Wiesbaden) über den **31. Deutschen Kongreß für innere Medizin.**

Hayward (Berlin) über die röntgenologisch interessierenden Vorträge auf dem **43. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie** in Berlin vom 15—18. April 1914.

Mayer (Köln) über einiges vom **XIII. Kongreß der Deutschen orthopädischen Gesellschaft in Berlin** vom 13.—14. April 1914.

Heft 7 enthält keine Originalarbeit.

Heft 8. Ludewig (Freiberg i. Sa.): **Die Coolidge-Röhre.** L. bespricht das Prinzip der neuen Coolidge-Röhre, welches dem Leser der Fortschritte bekannt sein dürfte. Dankenswert erscheint der Hinweis auf die Konstruktionen von Lilienfeld und Rosenthal.

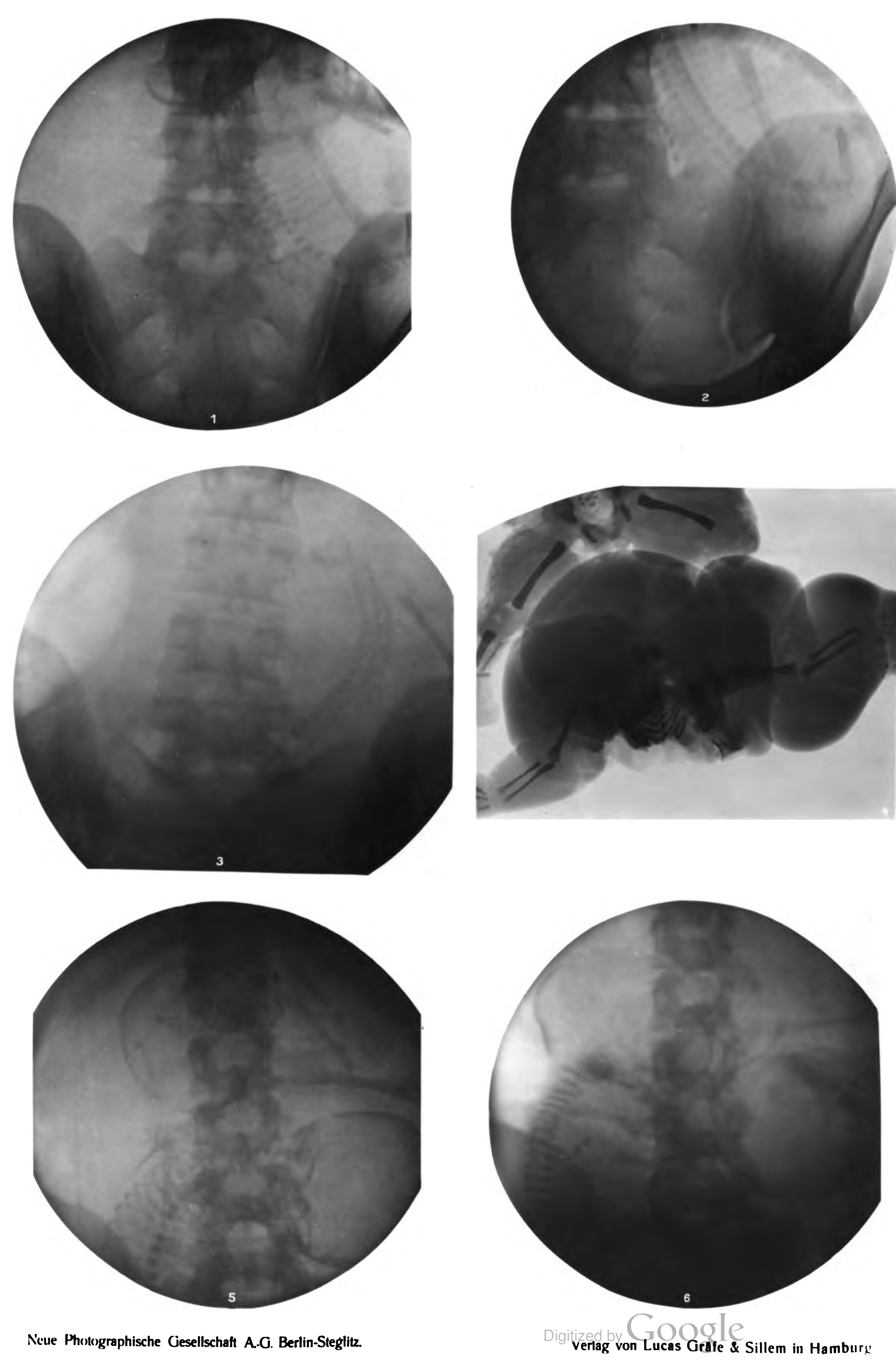
Heft 9 u. 10. Stein (Wiesbaden): **Kreuzfeuer-Diathermie.** Beschreibung des Prinzips eines Apparates für zentrale Diathermie. Der Zusatzapparat für die Kreuzfeuer-Diathermie kann im Zusammenhang mit jedem beliebigen Diathermieapparat benutzt werden. Die zentrale Diathermie verspricht auch für die Kombination mit der Röntgentherapie besonders gute Resultate.

Heft 11 enthält keine Originalarbeit.

Heft 12 enthält nur Titel und Index.

Haenisch (Hamburg).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



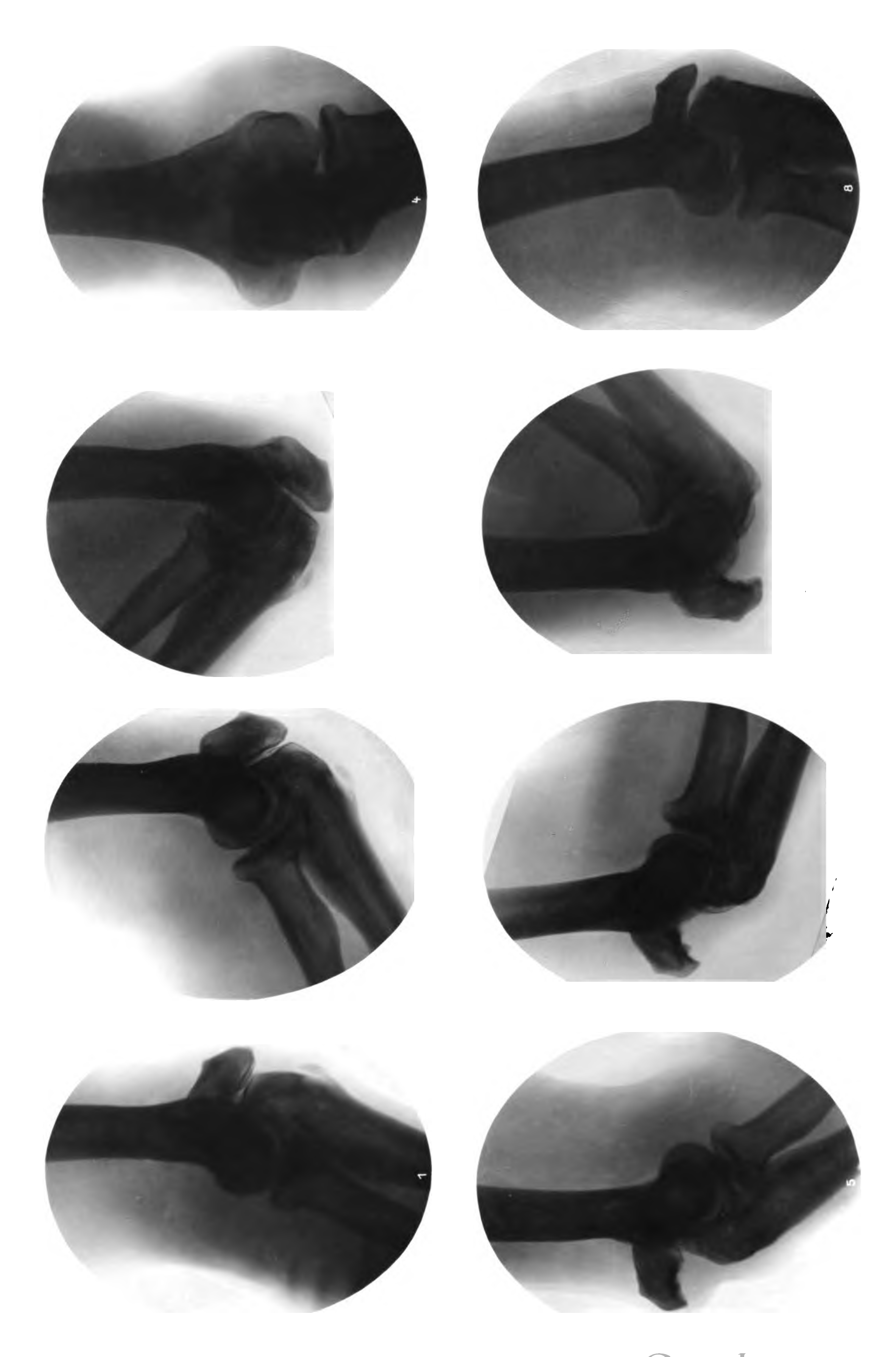
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg



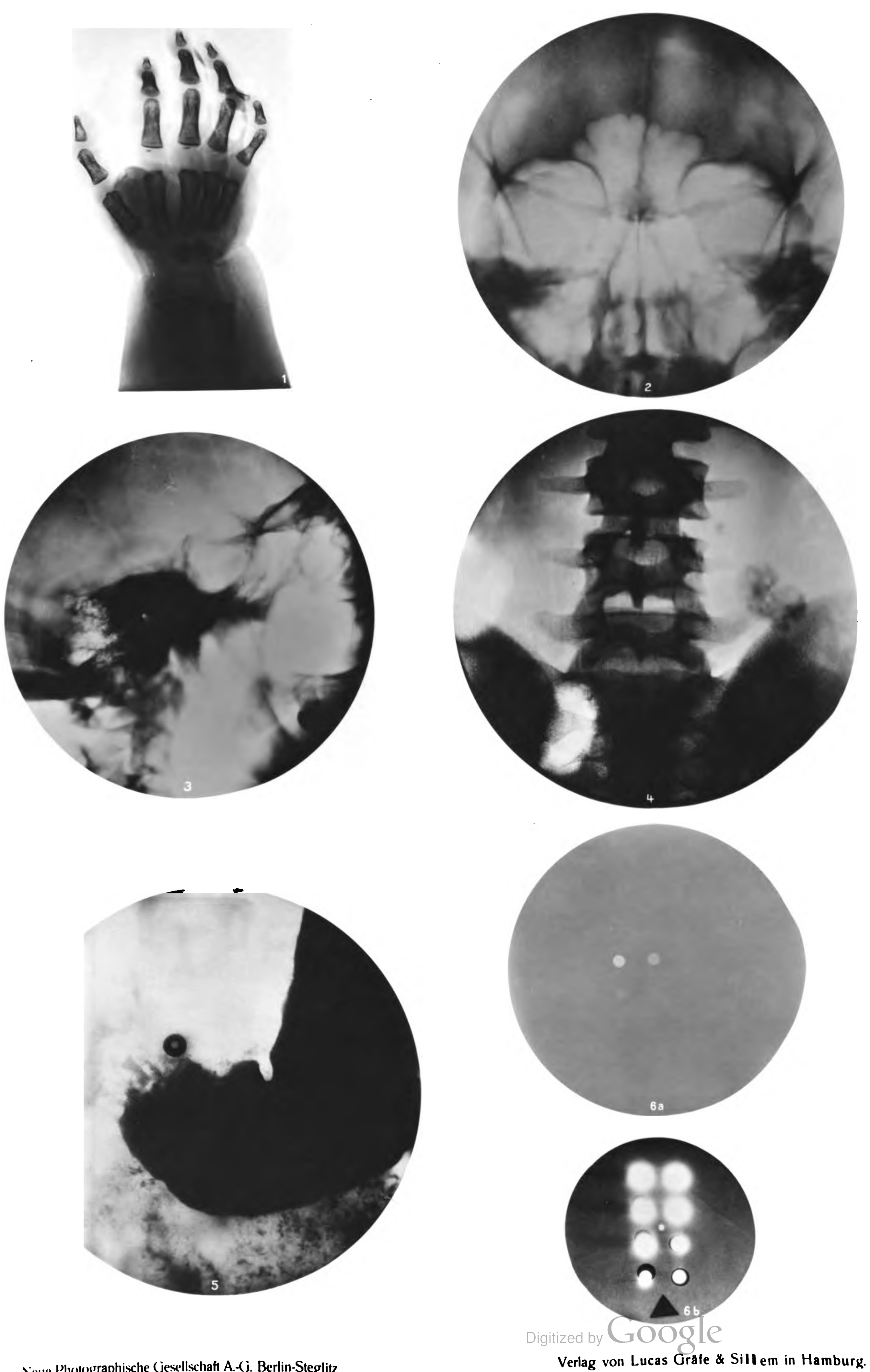
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



Bild 1.



Bild 2.

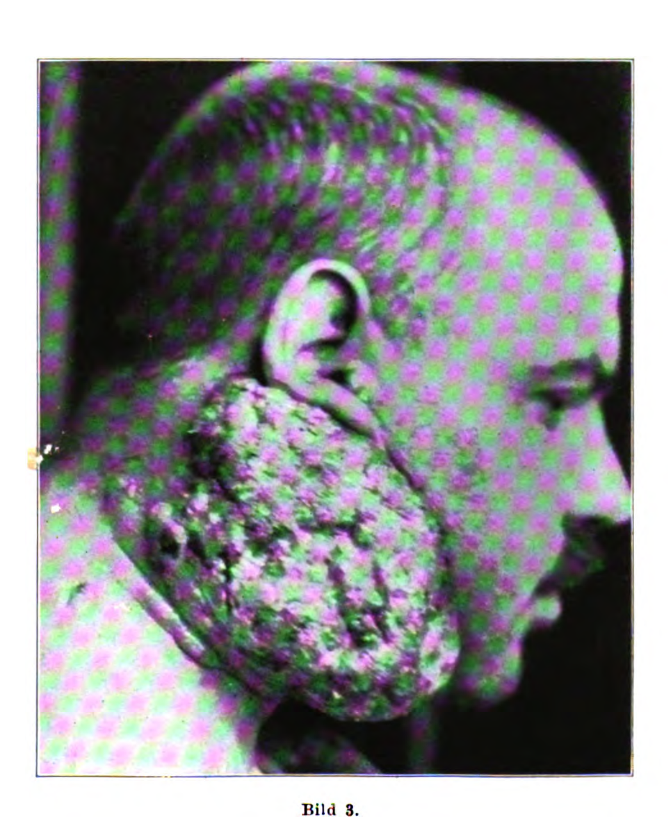


Bild 3.



Bild 4.



Bild 6.



Bild 5.



Bild 7.

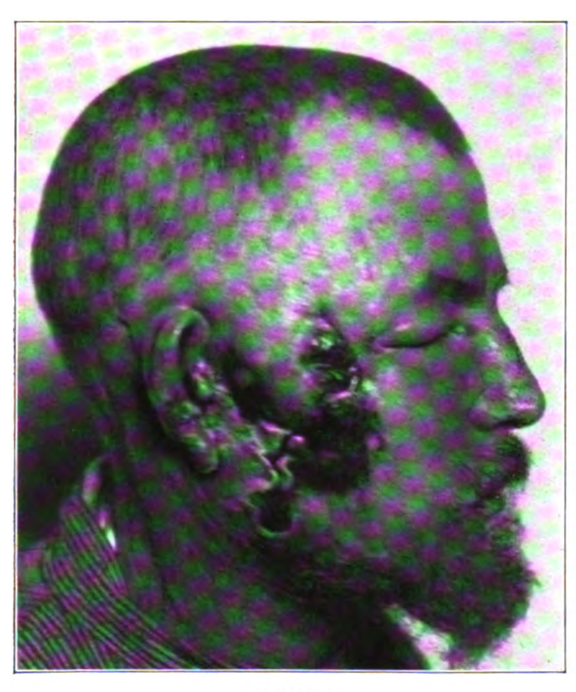
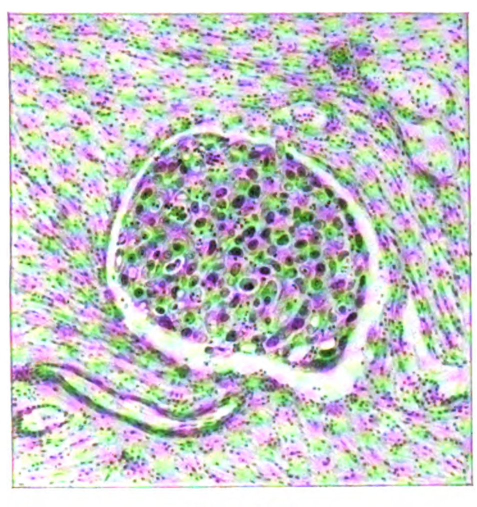


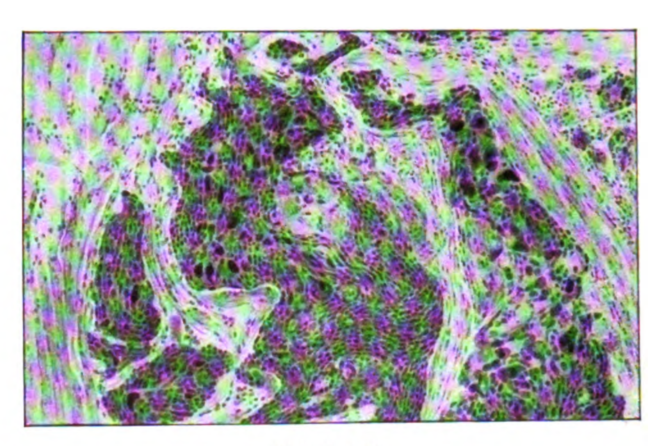
Bild. 8.



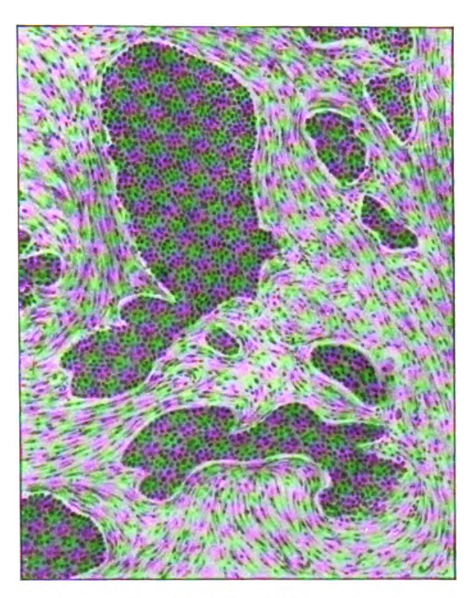
Bild 9.



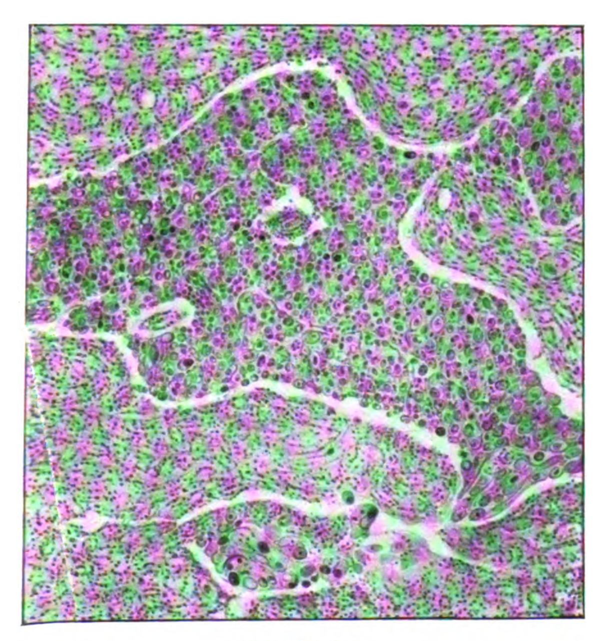
Hist. Fig. I.



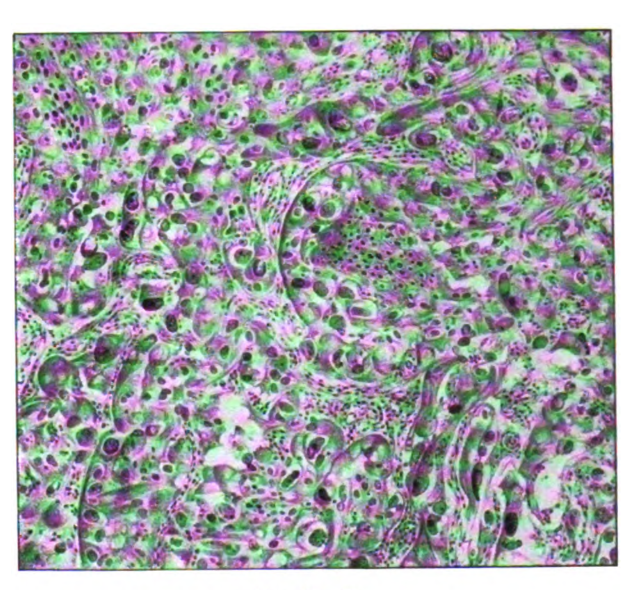
Hist. Fig. II.



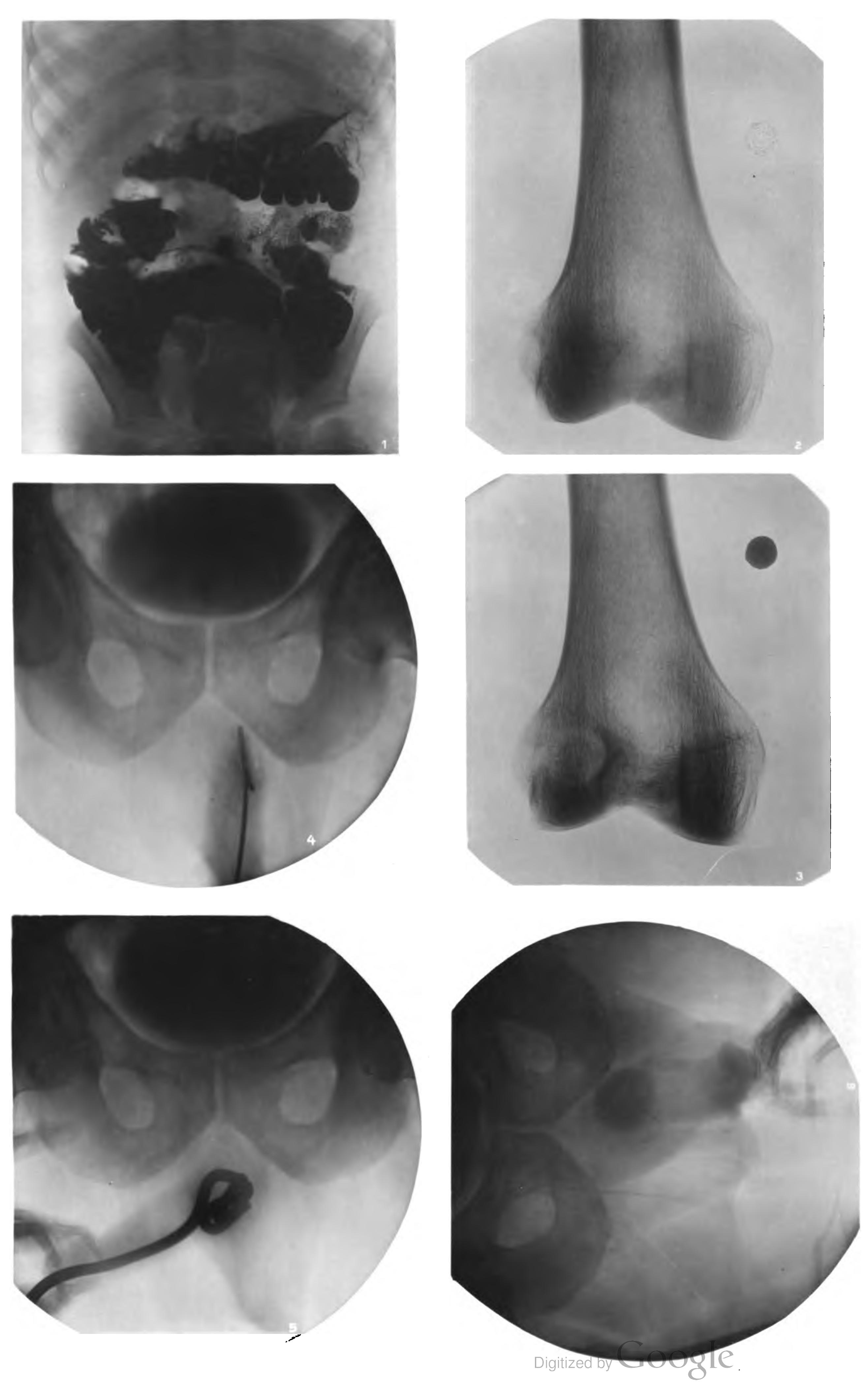
Hist. Fig. III.



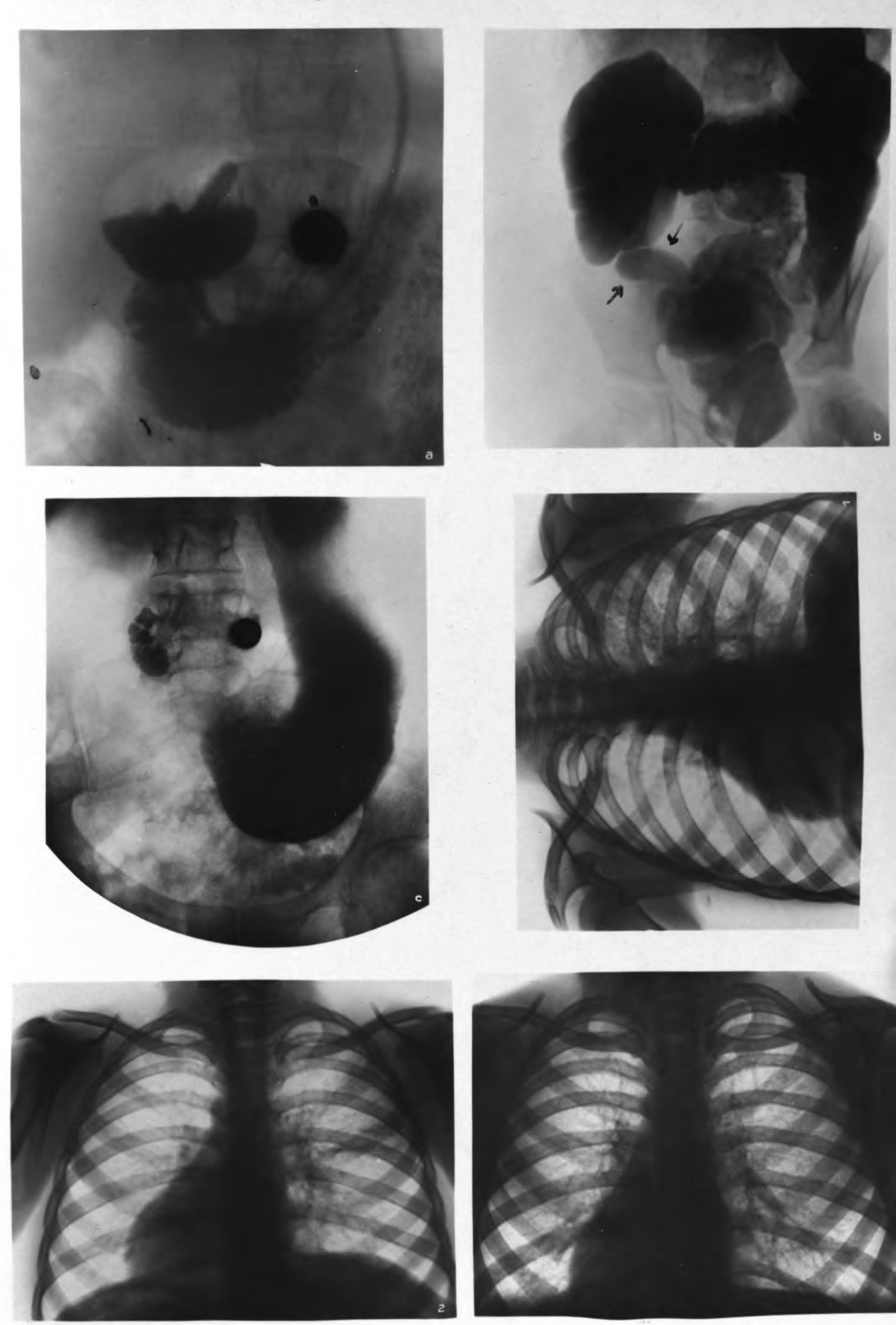
Hist. Fig. IV.



Hist. Fig. V.

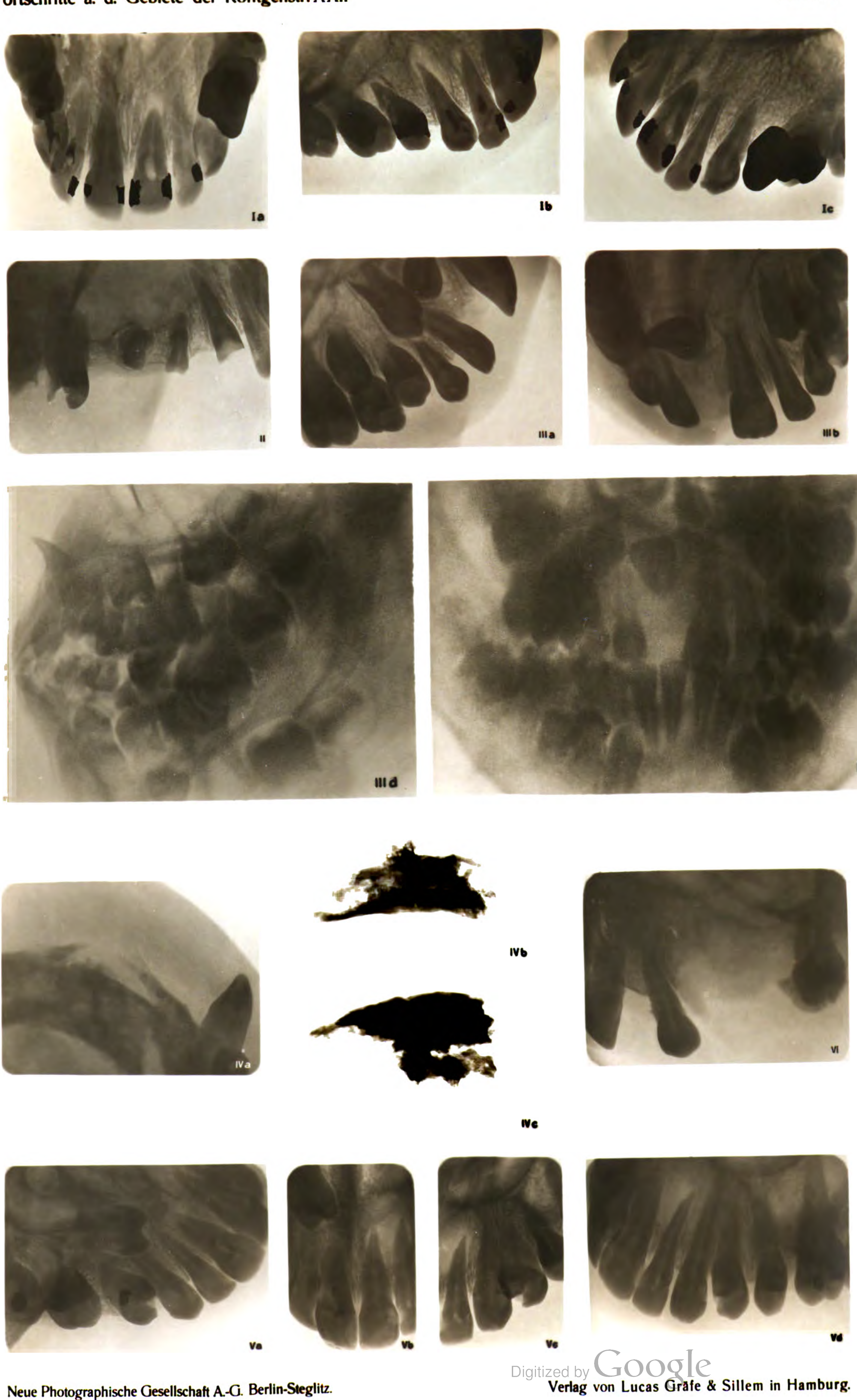


Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg



Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

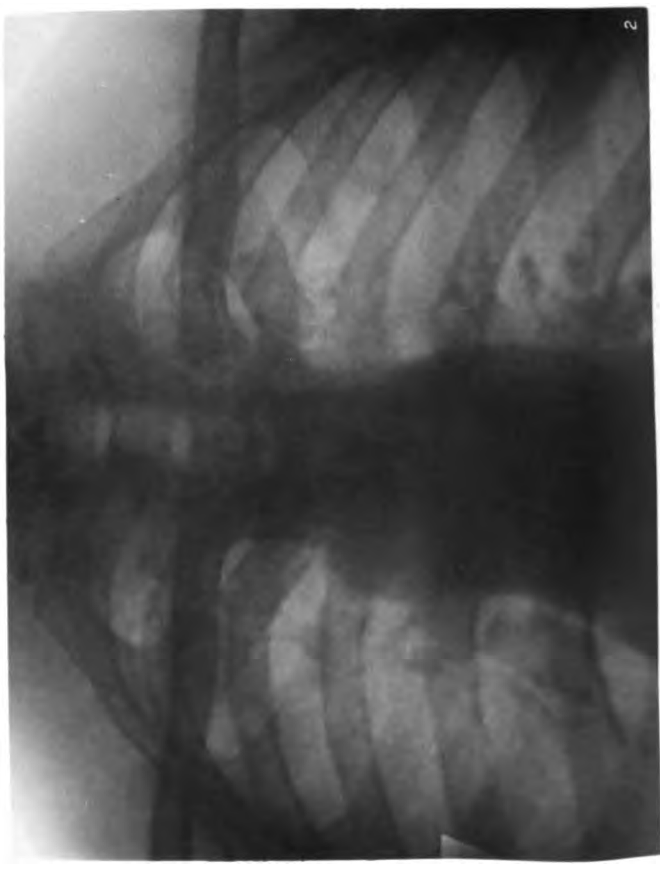
Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.


Ia
Ib
Ic
II
IIIa
IIIb
IIId
IIIc
IVb
IVa
VI
IVc
Va
Vb
Vc
Vd









Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



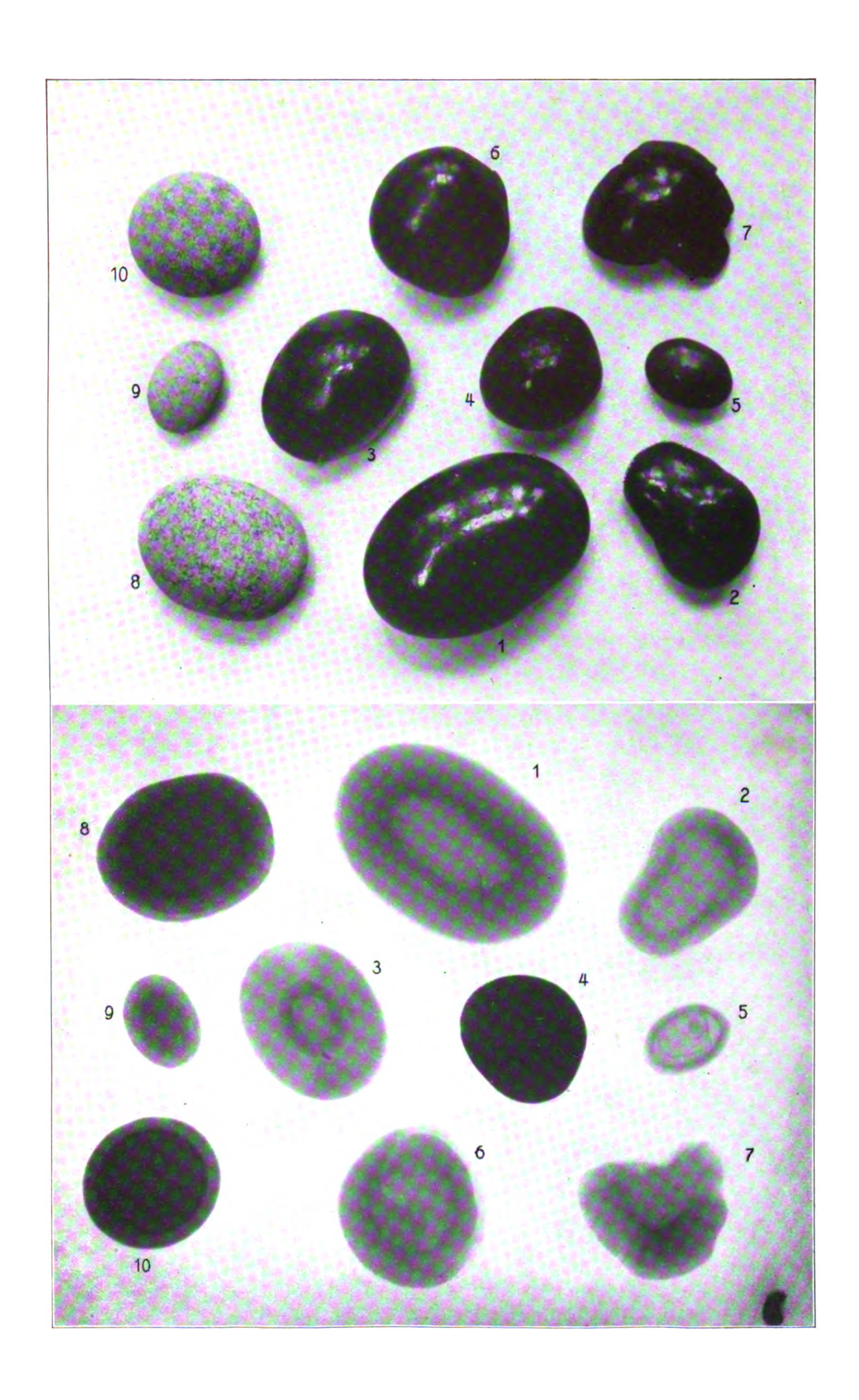


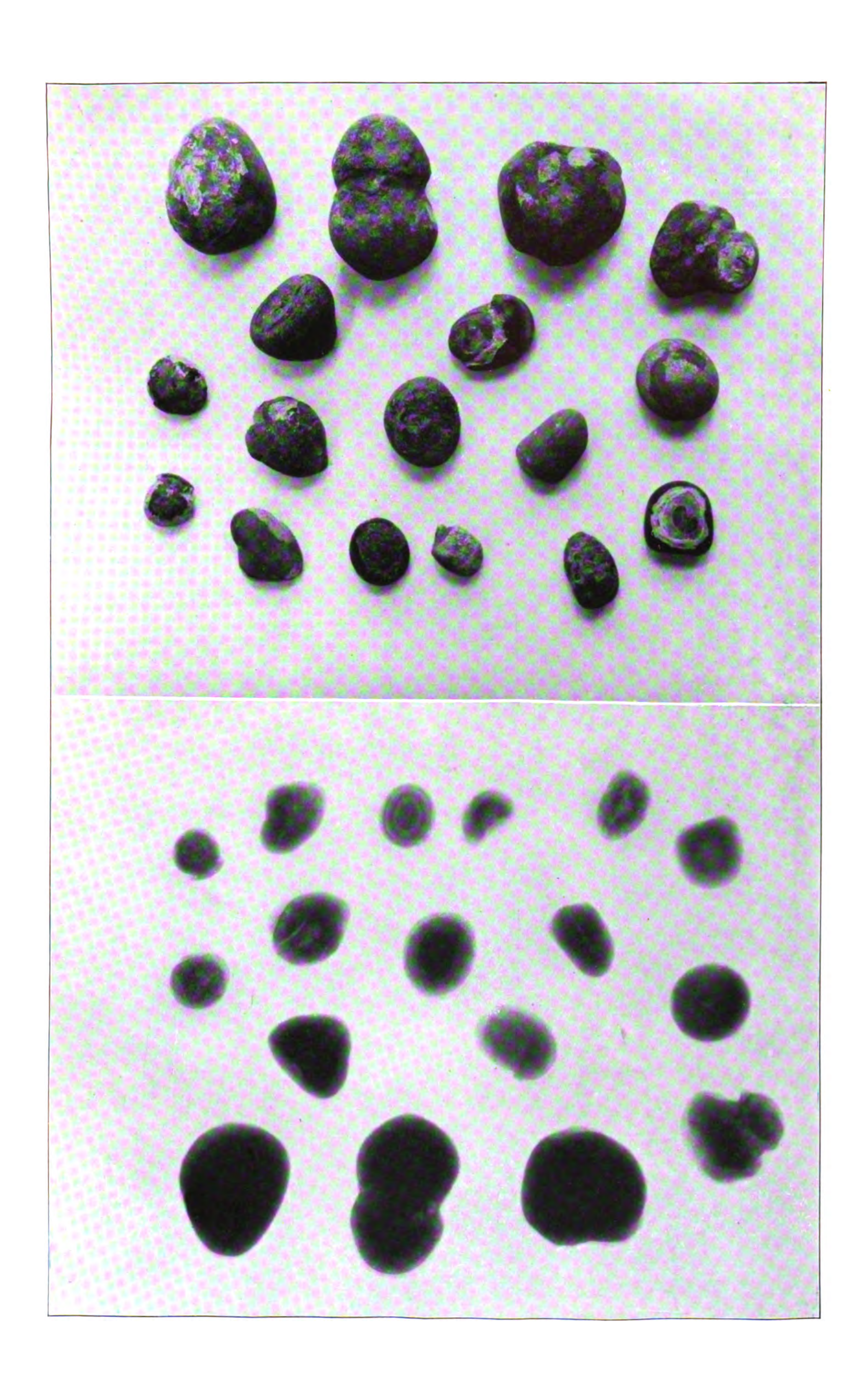


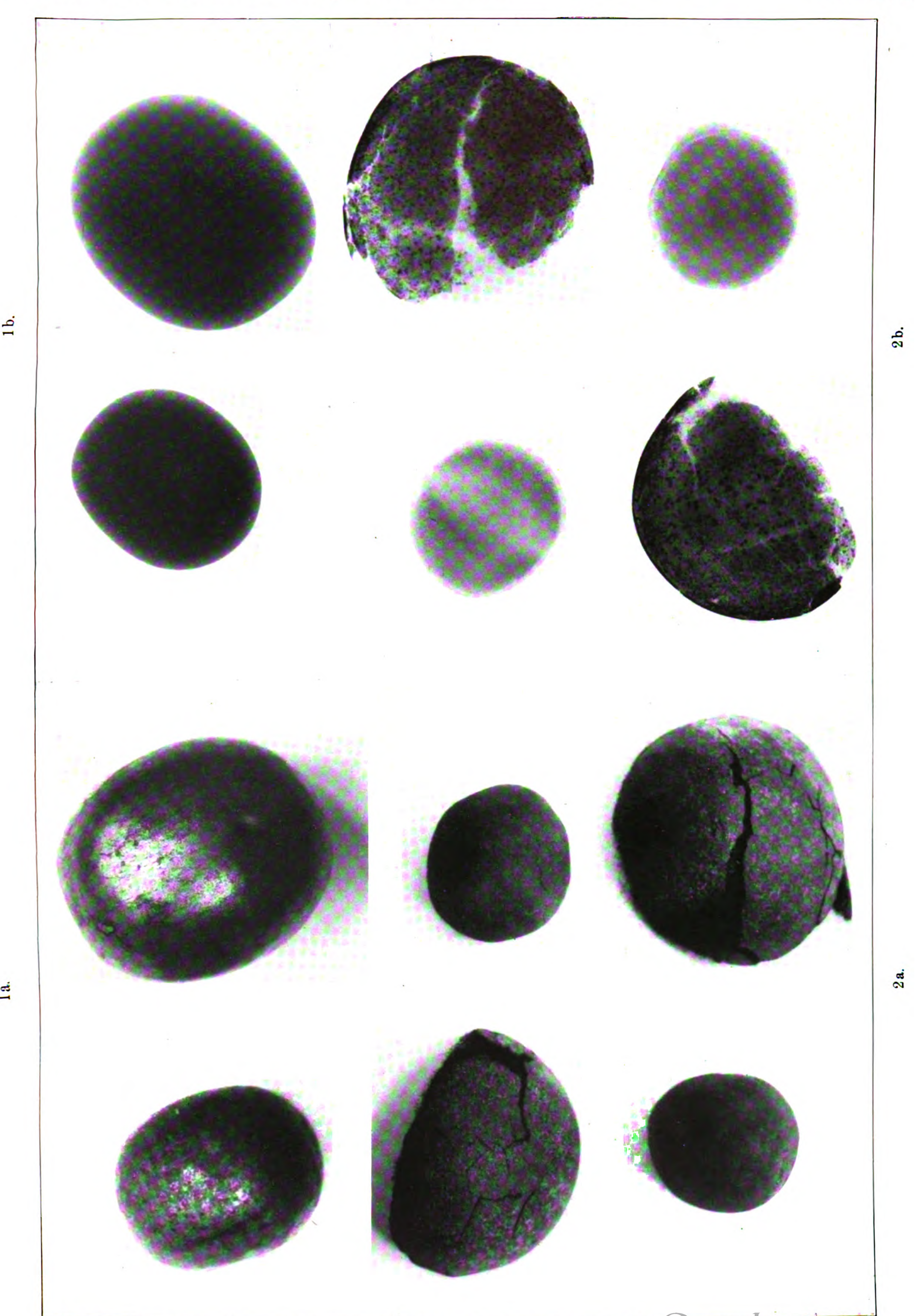


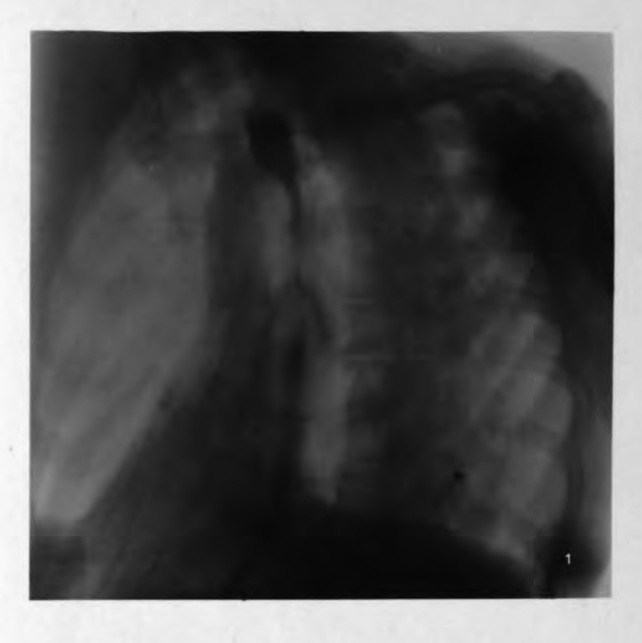
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.


6
7
10
9
3
4
5
8
1
2
1
2
8
3
4
9
5
6
7
10




1b.
2b.
1a.
2a.

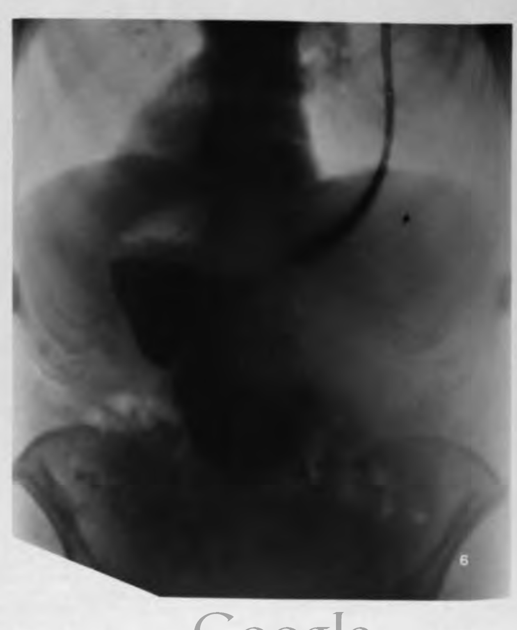








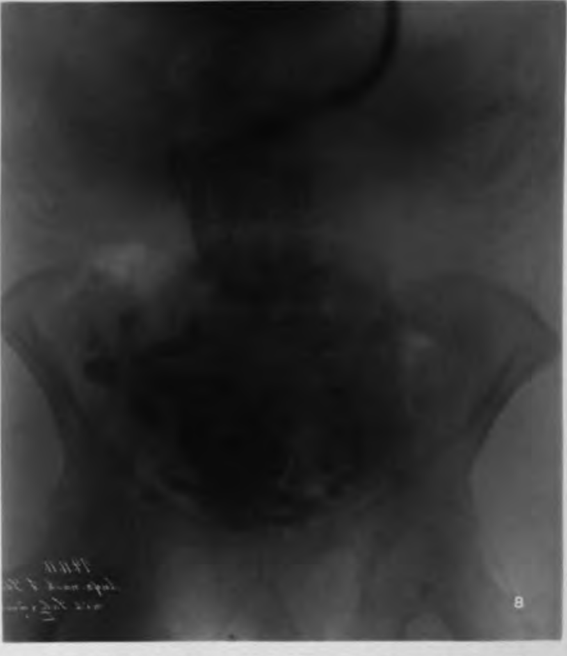




...graphische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz

Verlag von Lucas Gr... Sillem in Hamburg

7



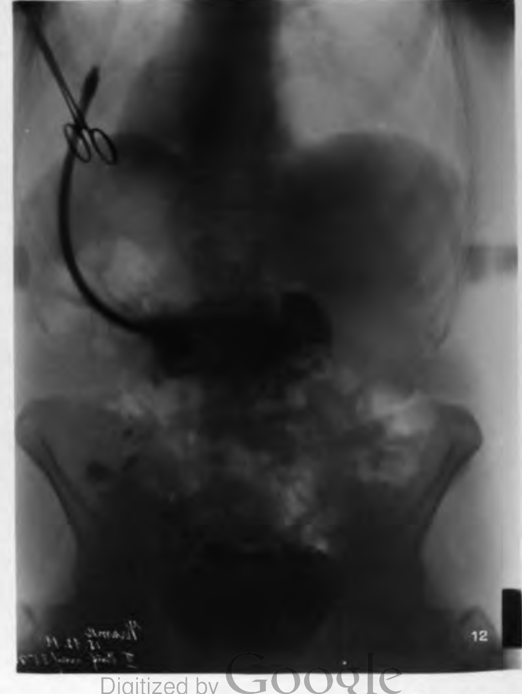
8

9



10

11



12

...hische Gesellsch... St...litz-Berlin. Verlag von Lucas Gräfe & ... Hamburg.


13

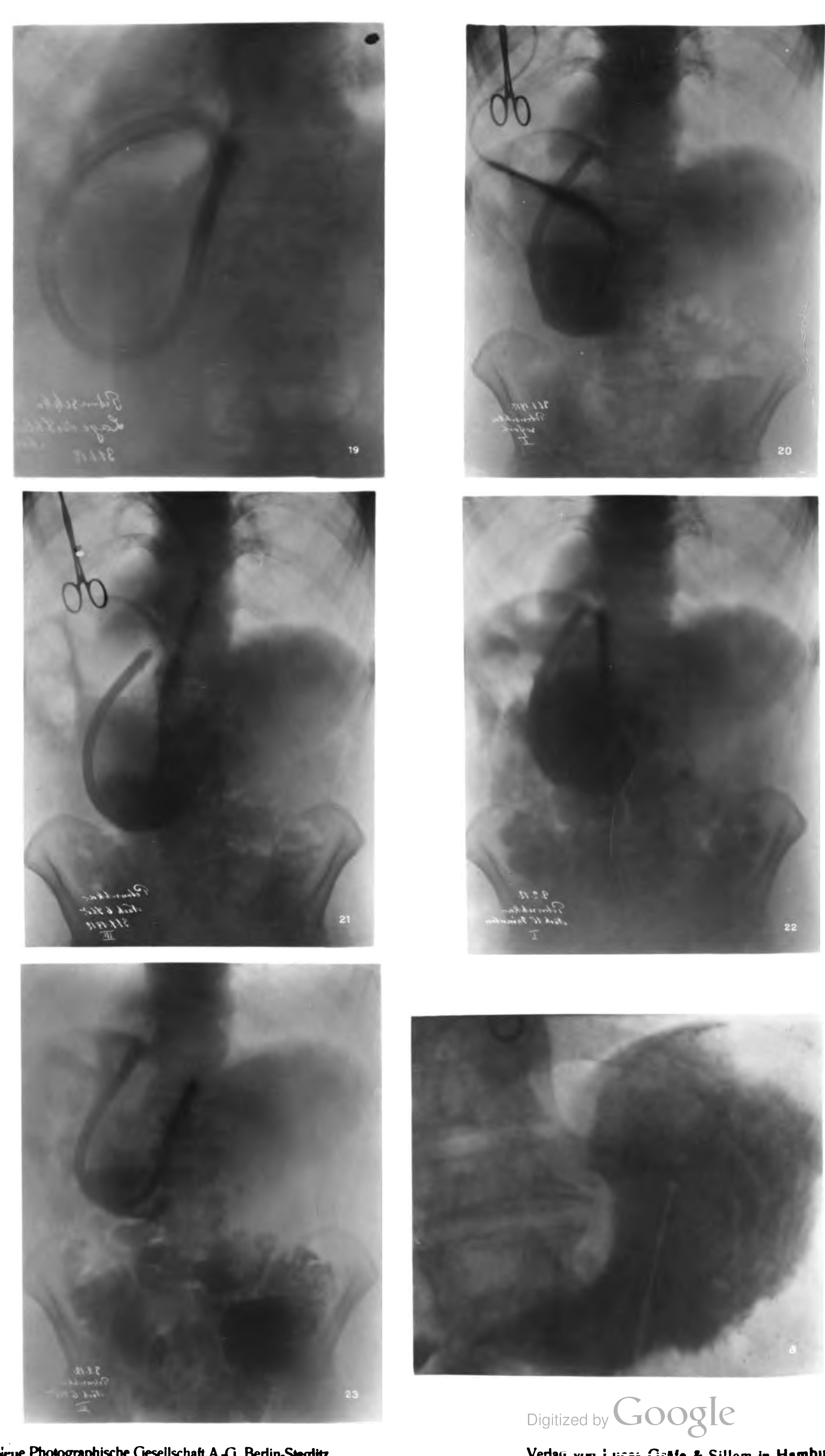

14


15

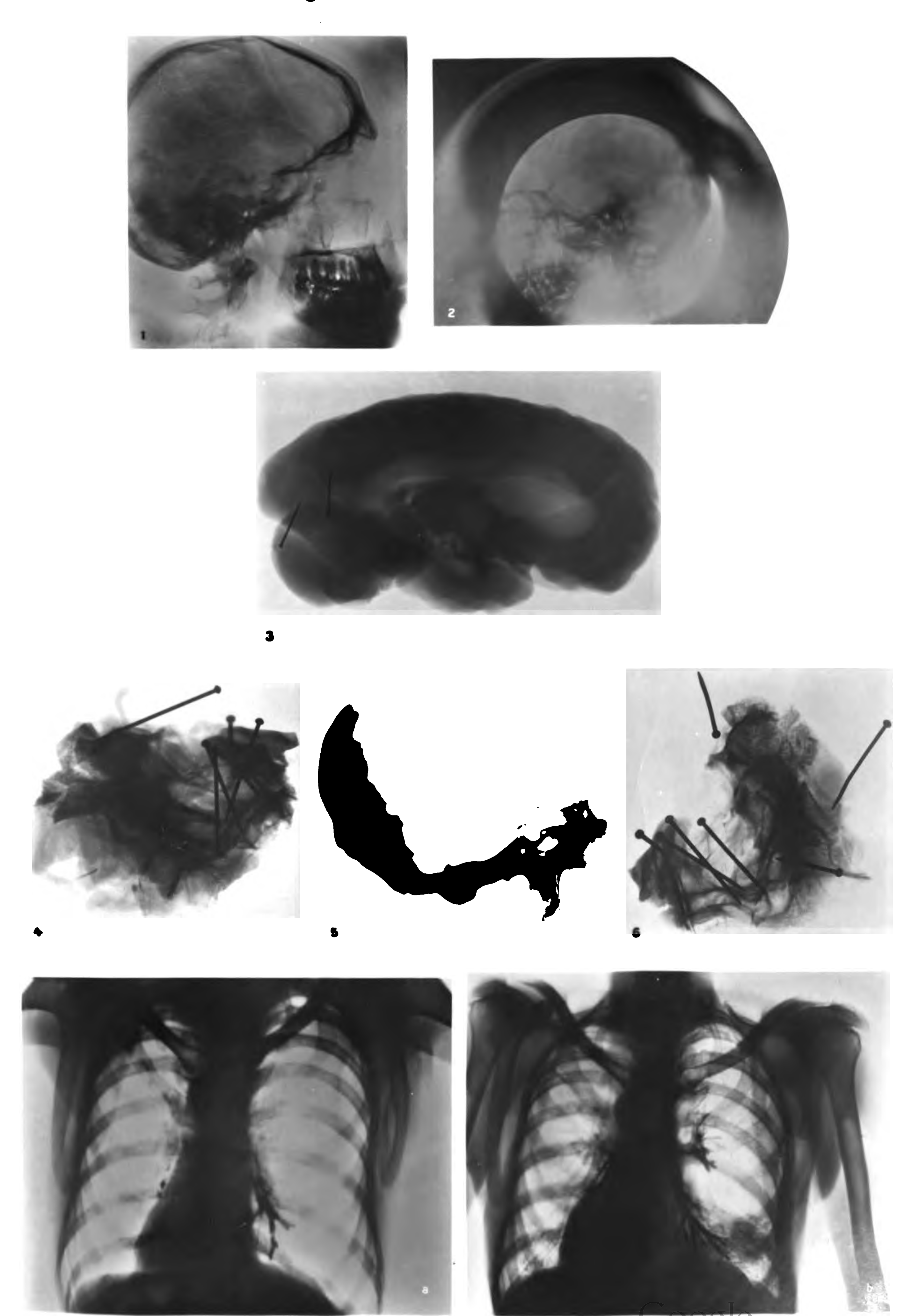

16


17


18

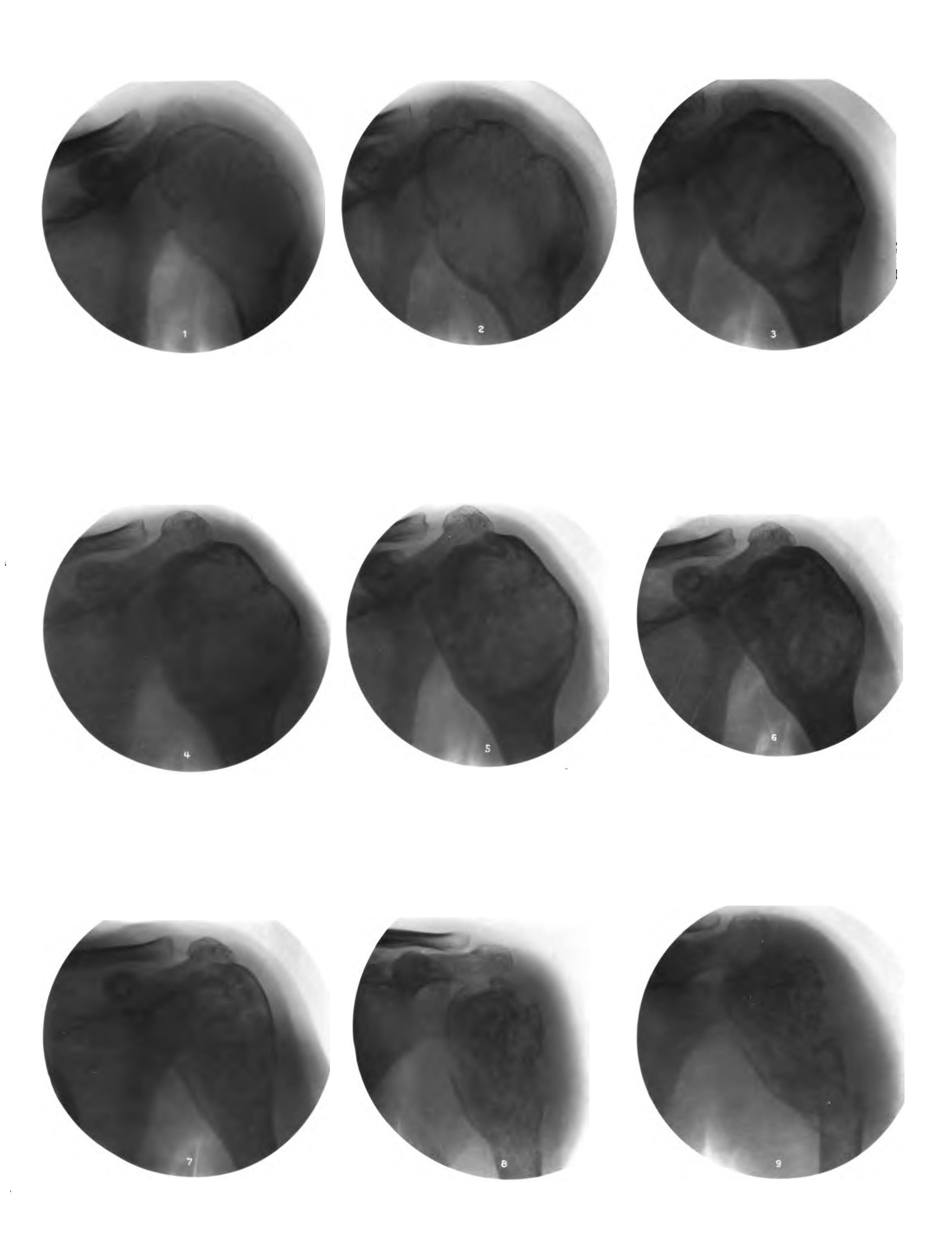


Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz
Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



Neue Photographische Gesellsch. A. G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



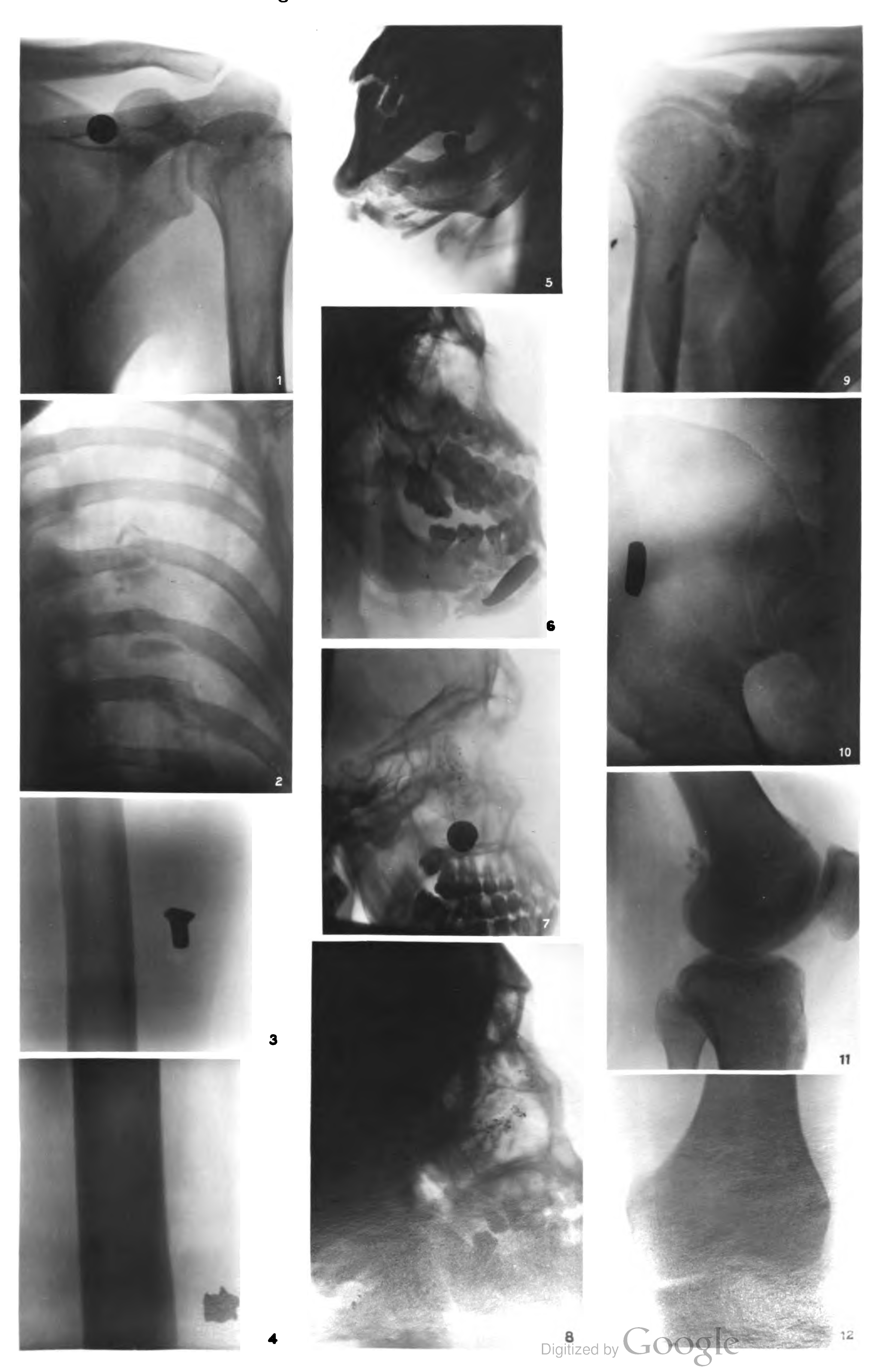
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.

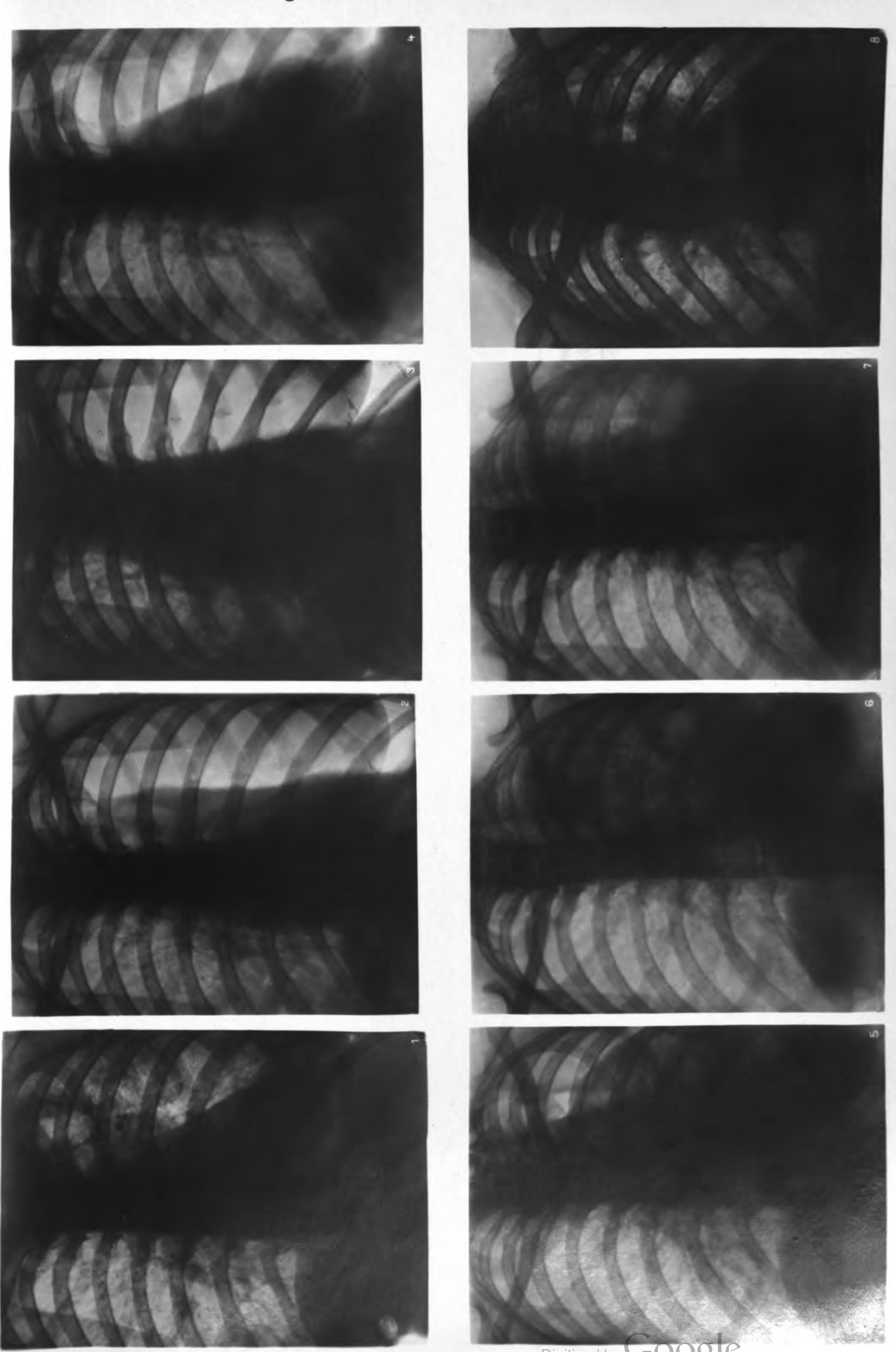


Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem

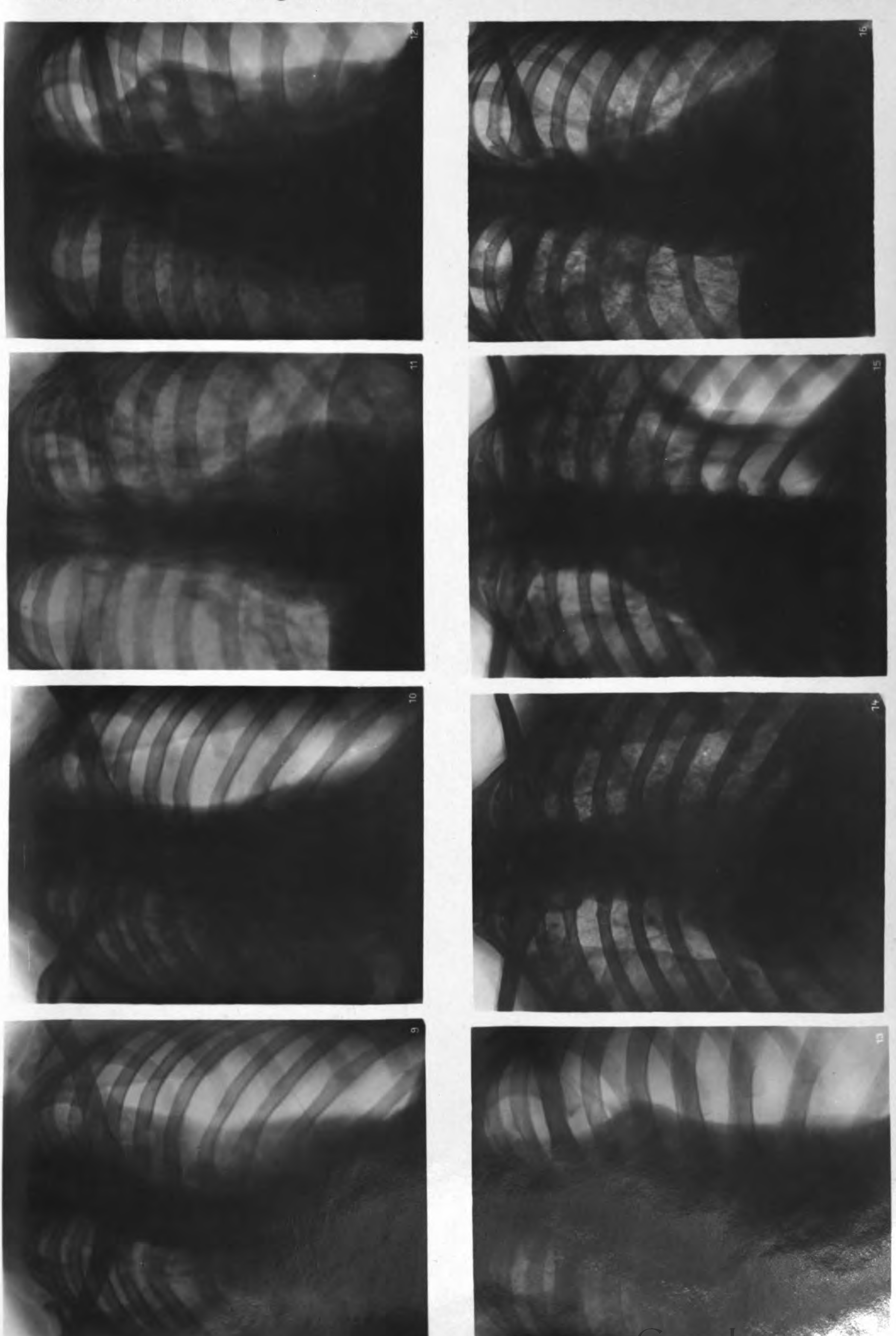


Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz. Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



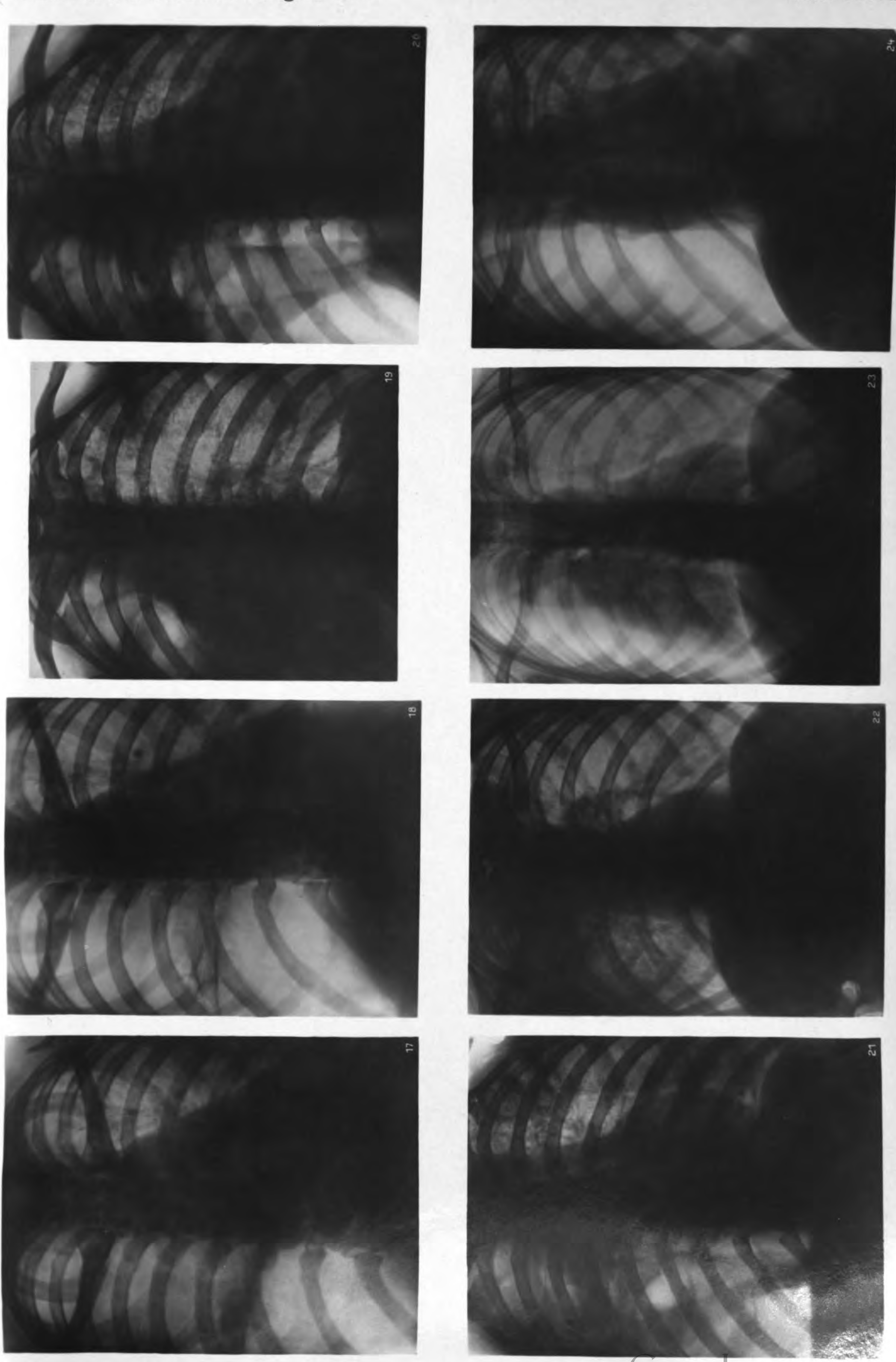
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



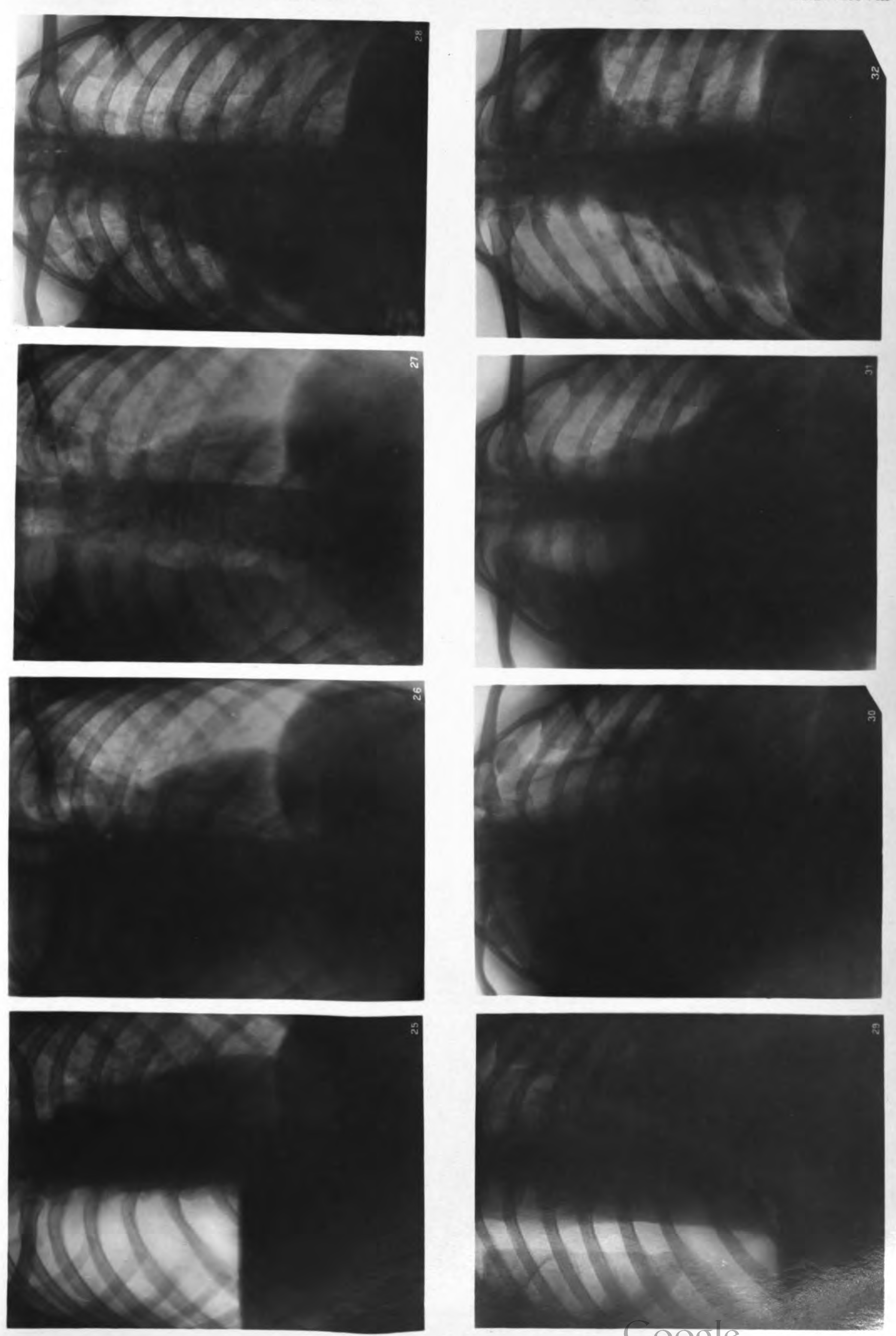
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



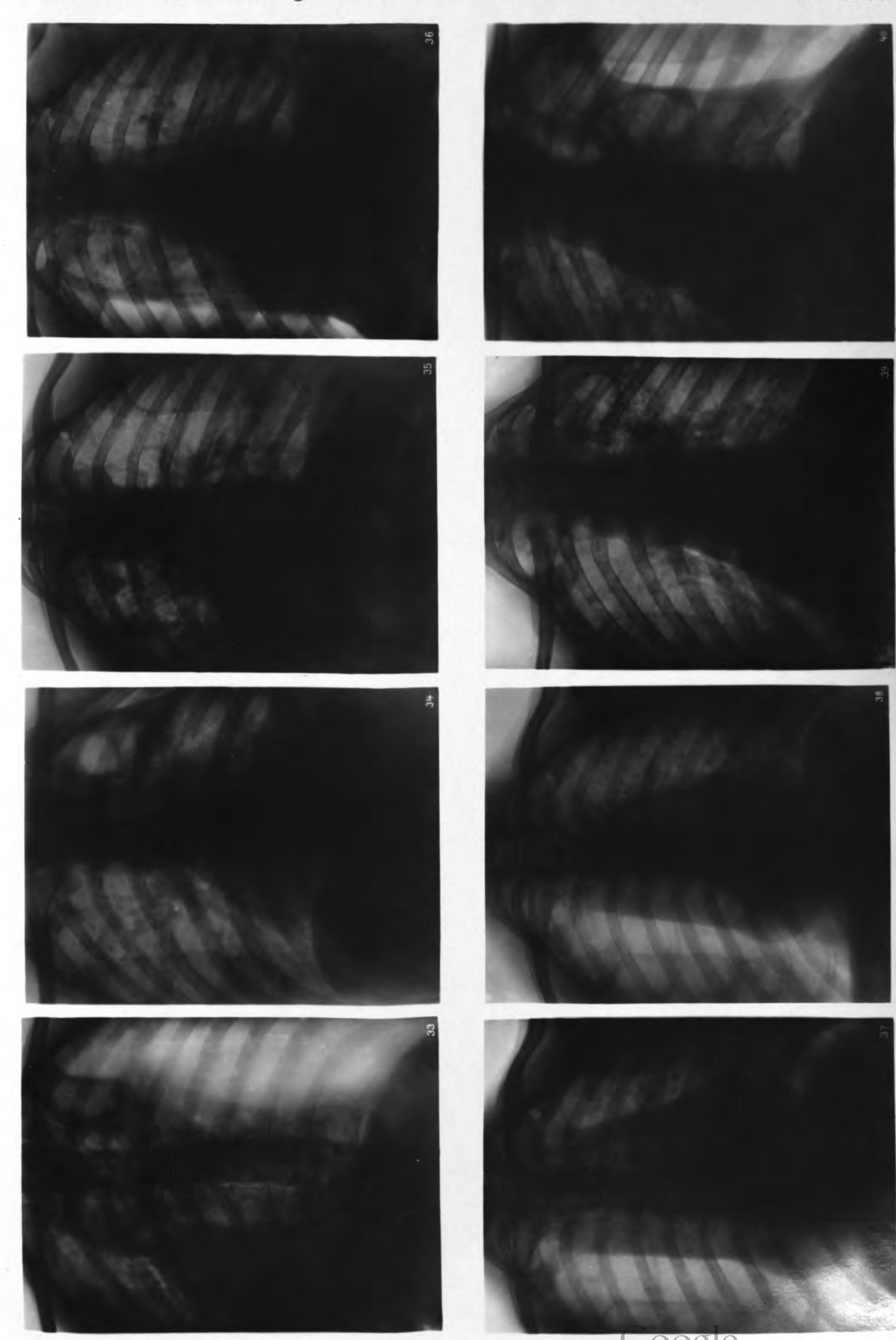
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



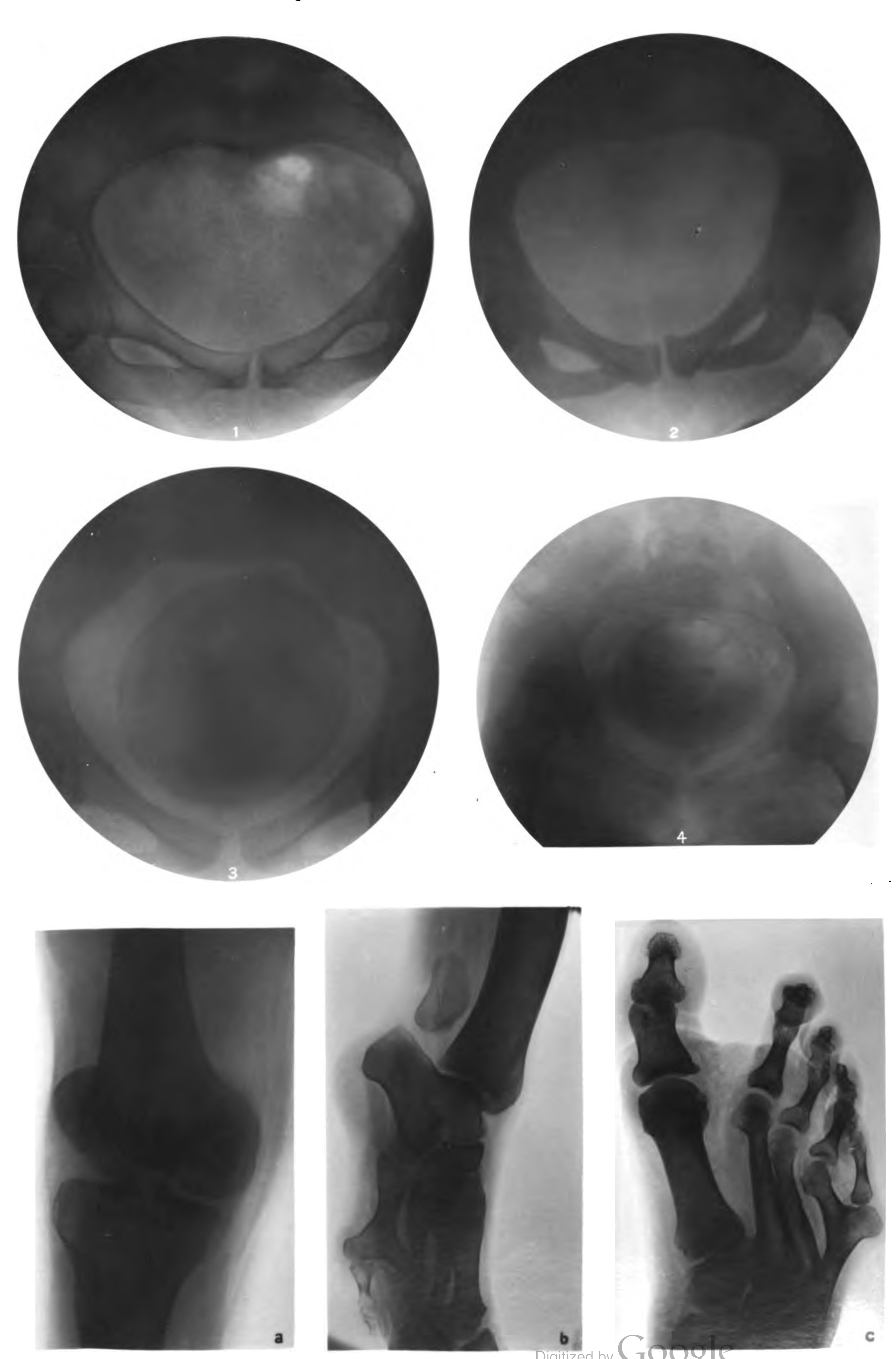
Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



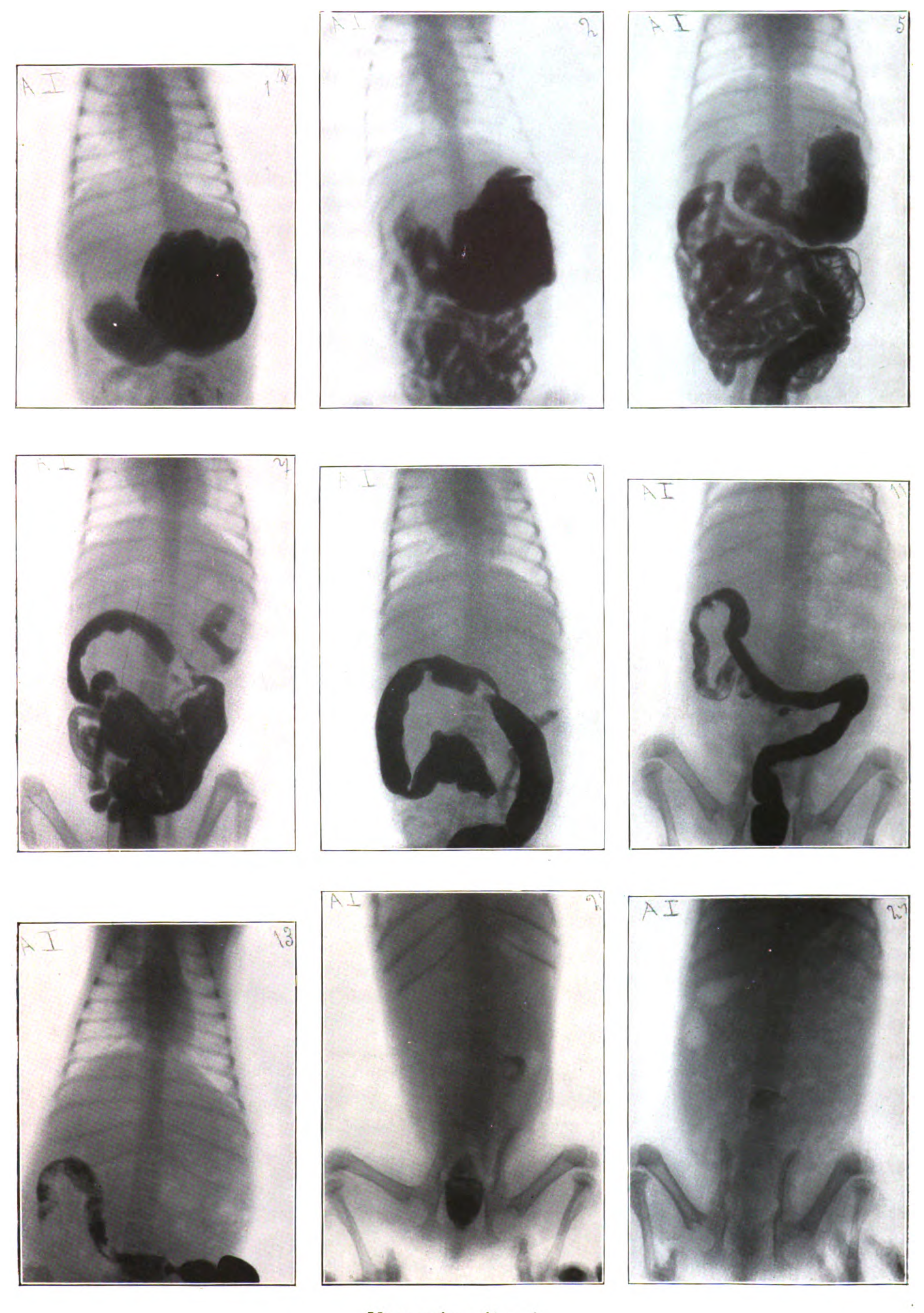
Neue Photographische Gesellschaft A.G. Berlin-Steglitz.

Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.

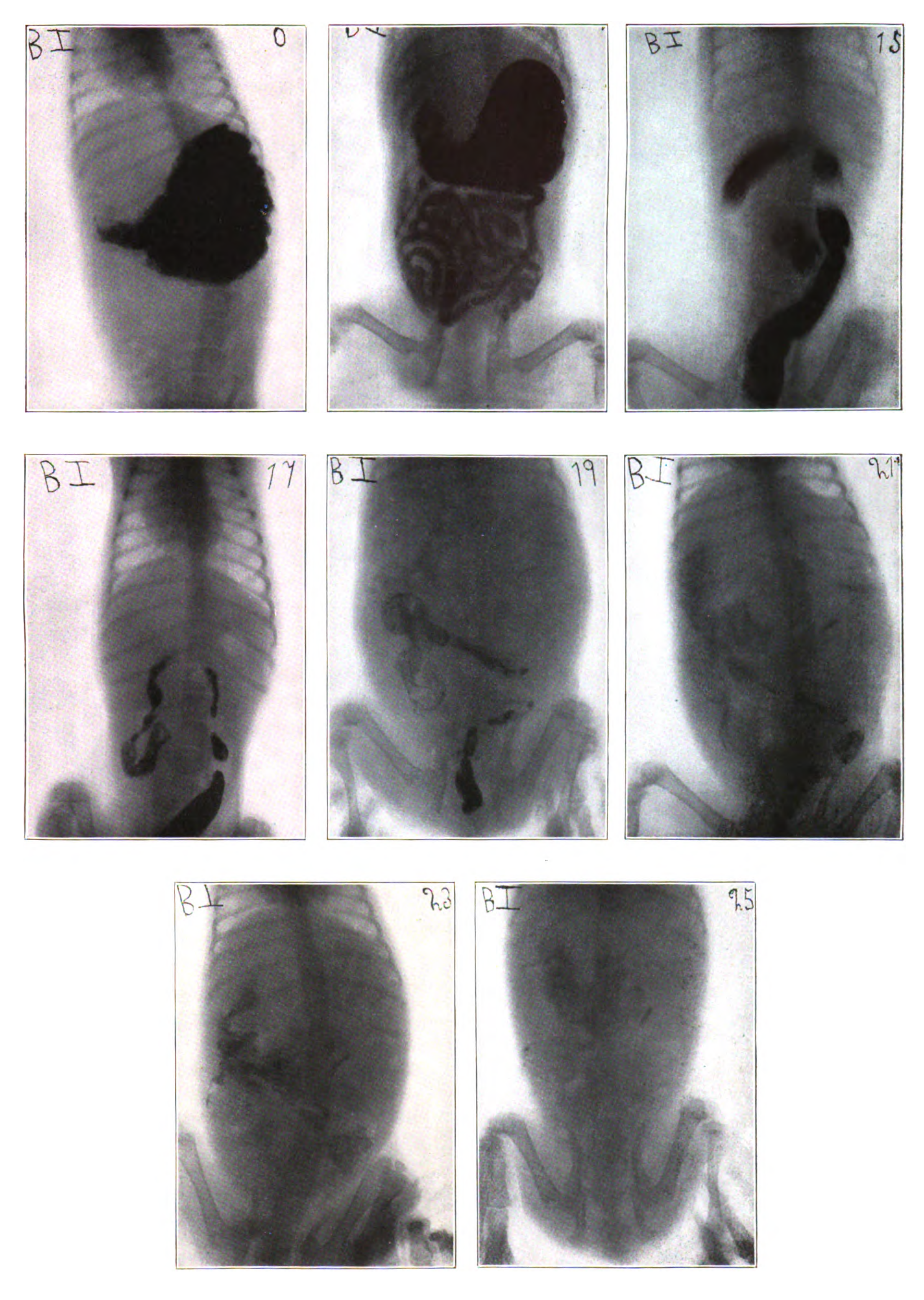


Neue Photographische Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

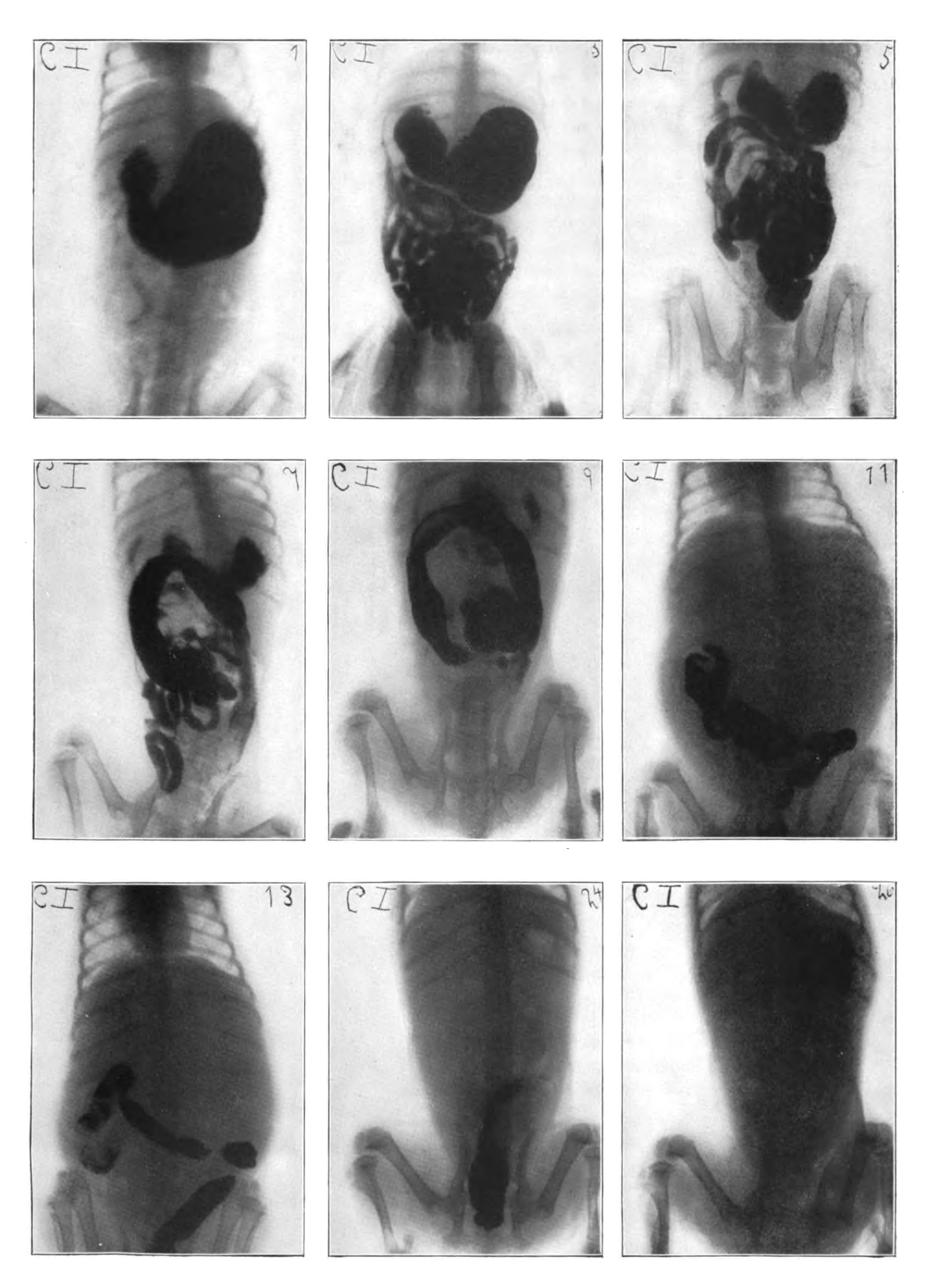
Verlag von Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg.



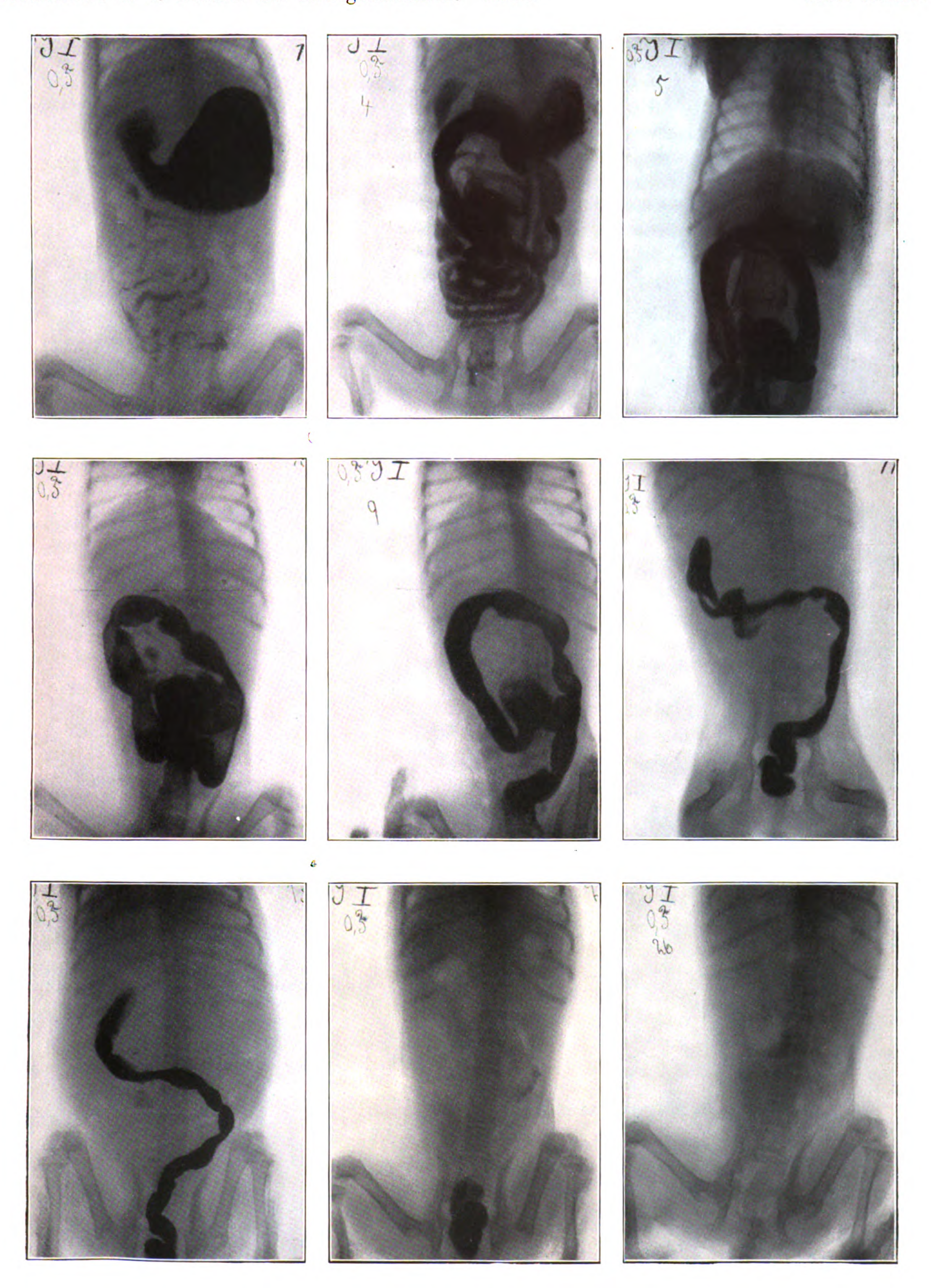
Versuchsreihe A.



Versuchsreihe B.



Versuchsreihe C.



I. Versuchsreihe mit 0,3 g Istizin.







II. Versuchsreihe mit 0,6 g Istizin.

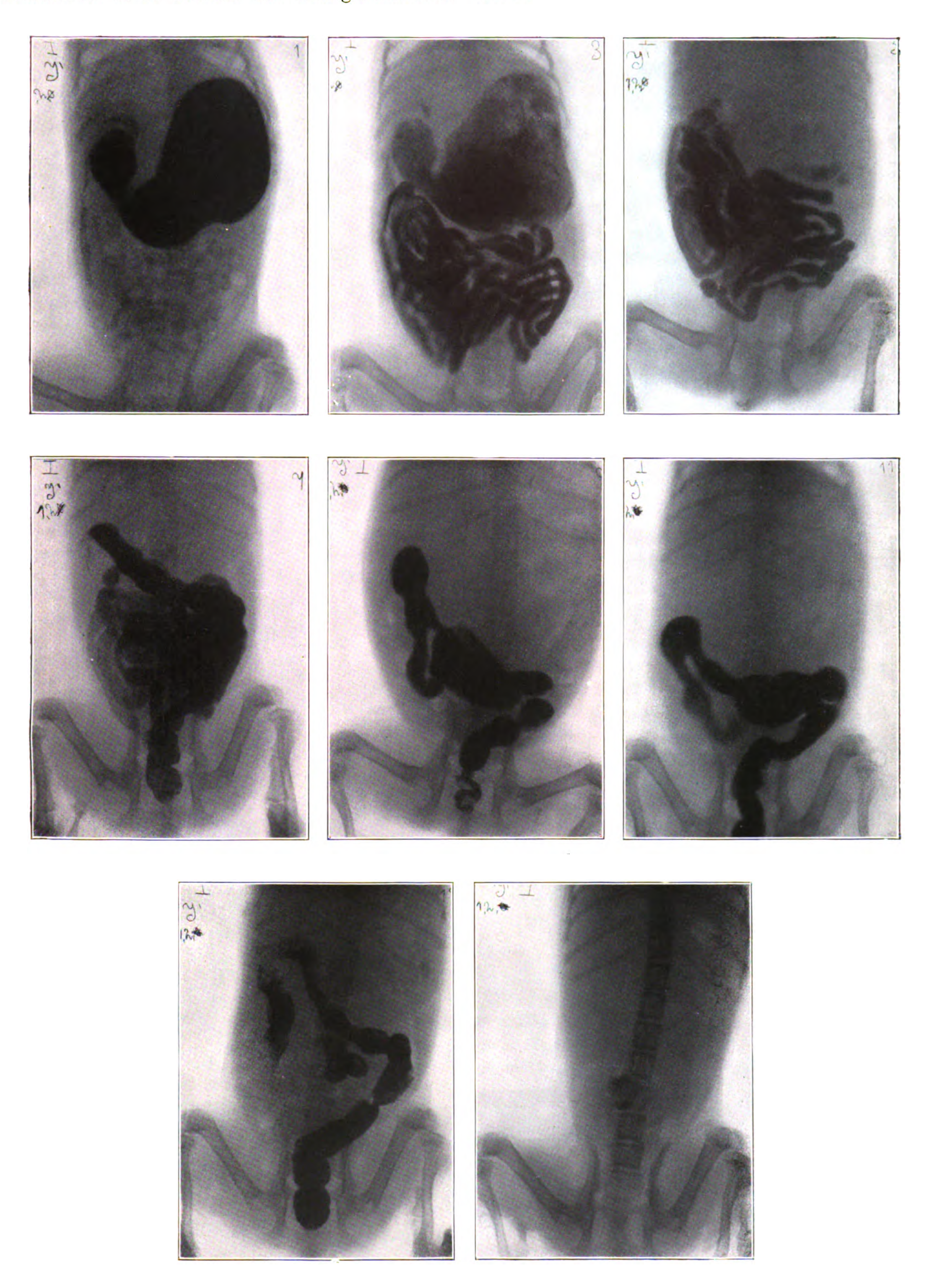




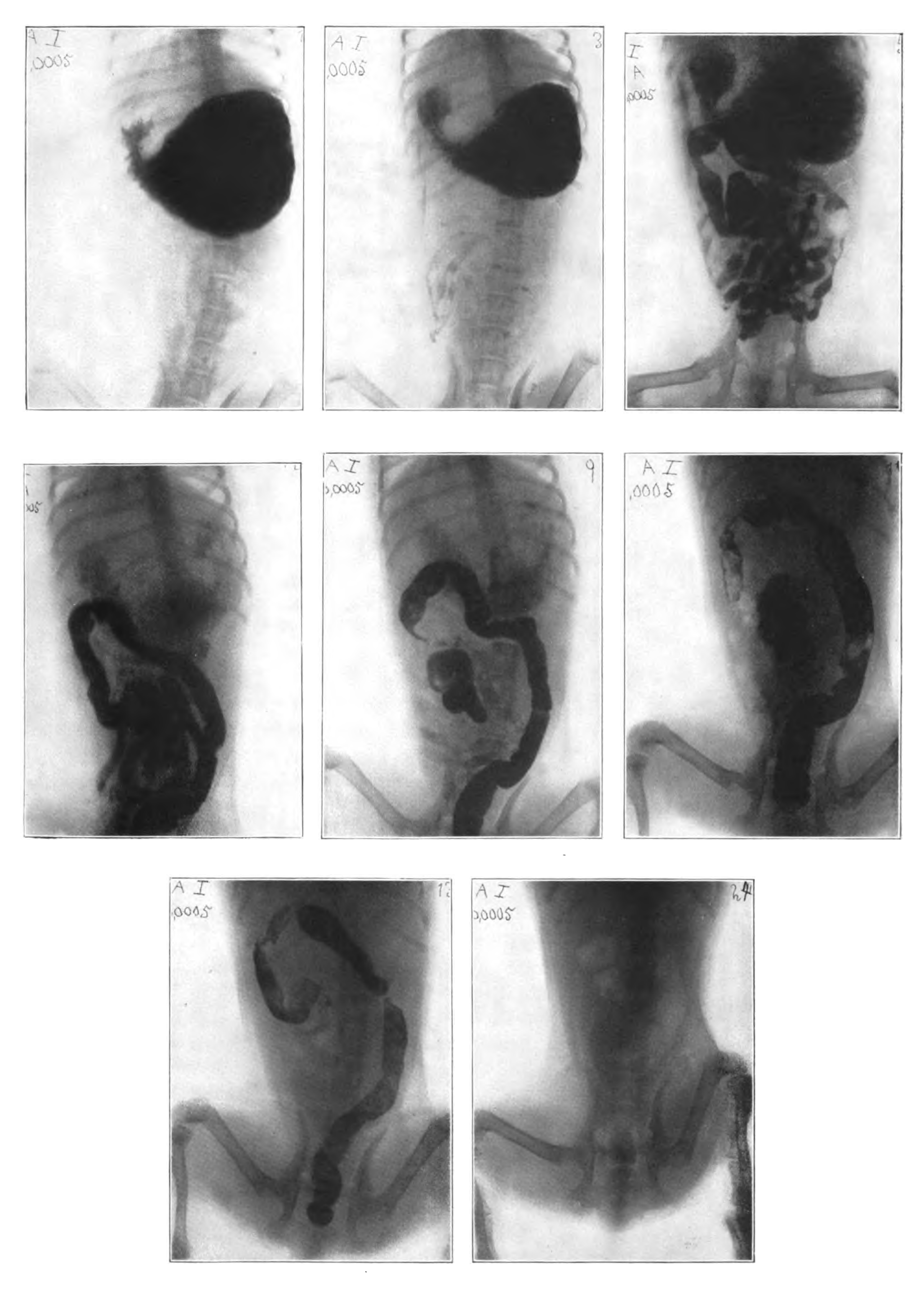




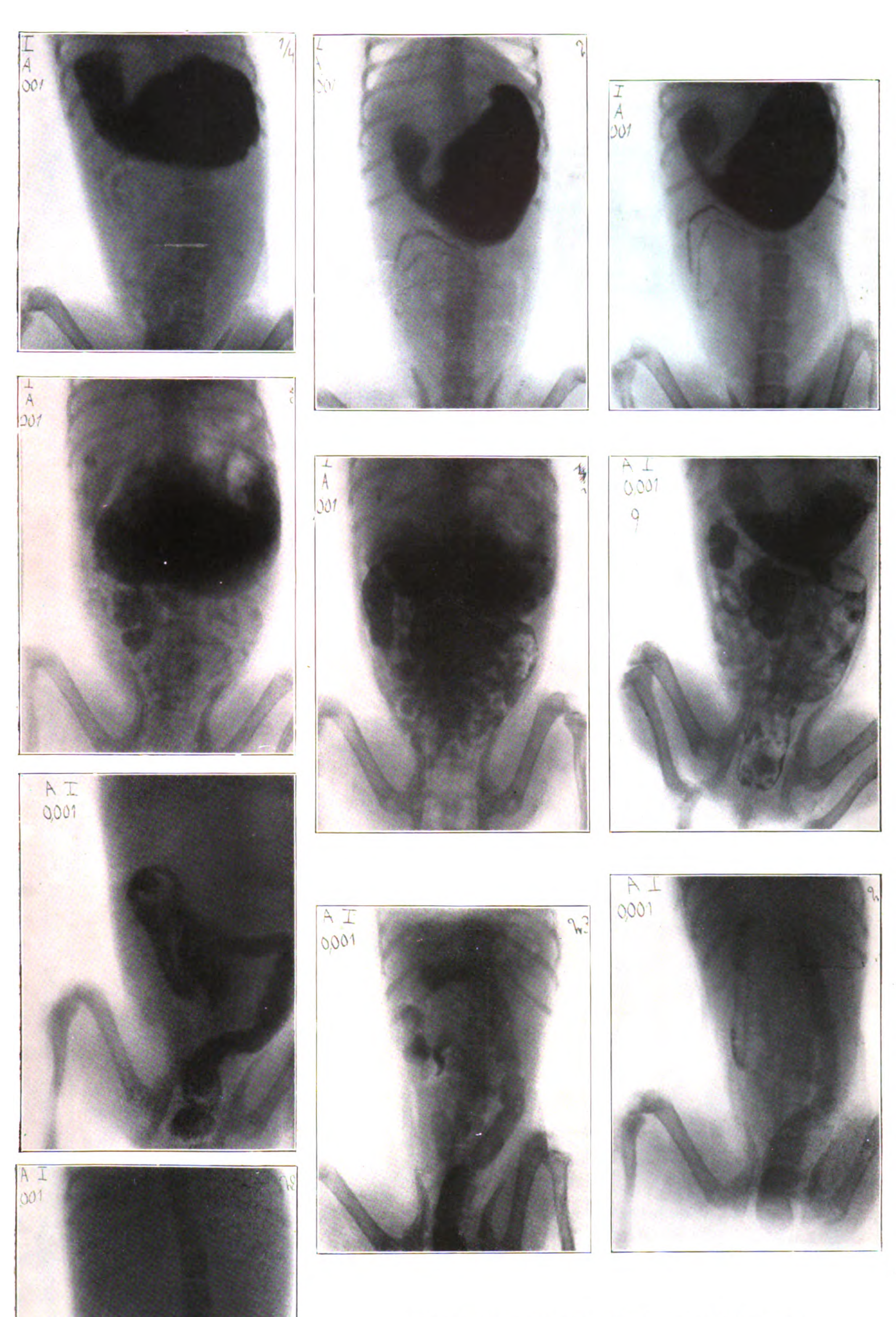
IV. Versuchsreihe mit 1,2 g Istizin.



III. Versuchsreihe mit 1,2 g Istizin.



I. Versuchsreihe mit 0,0005 g Atropin.



II. Versuchsreihe mit 0,001 g Atropin.

Tafel XXXVIII.


Digitized by Google


Digitized by Google

Unenthehrlich für jeden Röntgenologen ist ein guter Verstärkungsschirm!

Die



wird von vielen **Autoritäten** wegen ihrer **Zuverlässigkeit, Gleichmässigkeit** und **Feinheit** bevorzugt.

Sie ist an Feinheit und Aktivität trotz aller Anstrengungen anderer Fabrikanten nicht zu übertreffen.

Die „Original Gehler-Folien" stehen daher an der Spitze aller Verstärkungsschirme.

Herr Dr. Eddling aus Malmö demonstrierte zum 8. Kongreß der deutschen Röntgen-Gesellschaft in Berlin interessante Gallenstein-Aufnahmen, die er mittels einfachen Instrumentarium und einer **„Gehler-Folie"** herstellte.

Die „Gehler-Folie" ermöglicht die Belichtungsdauer um den 25.—30. Teil der bisherigen Belichtungszeit ohne Verstärkungsschirm zu verkürzen, **schont das Röhrenmaterial** erheblich und gibt
vorzügliche Resultate bei Momentaufnahmen.

Preisliste und kleine Probeschirme auf Wunsch kostenlos durch den alleinigen Fabrikanten **Otto Gehler, Leipzig, Turnerstraße 11.**

Zu beziehen sind meine Original-Folien durch alle Handlungen oder Fabriken elektro-medizinischer Apparate.

Nur echt, wenn dieselben nebenstehendes Warenzeichen auf der Rückseite tragen.



Generalvertretung für Österreich-Ungarn und die Balkanländer:

F. Reiner & Co., Fabrik elektro.-mediz. Apparate, Wien IX,

Pelikangasse 6.

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

Anweisung für die Verpackung von Platten.

Infolge mangelhafter Verpackung erhält die Redaktion die zur Reproduktion bestimmten Platten sehr häufig in zerbrochenem Zustande. Um die Autoren vor Schaden zu bewahren, empfehlen wir die Platten durch einen Sachverständigen (Glaser, Photograph) verpacken zu lassen. Sollte dieses nicht möglich sein, so verfährt man zweckmässig in folgender Weise. Die zum Postversand bestimmten Platten werden in Seidenpapier (nicht in Zeitungspapier) eingewickelt, in einen leeren Plattenkasten von gleichem Format verpackt. Für den Fall, dass sie den Kasten nicht vollständig ausfüllen, muss der übrig bleibende Raum mit Watte prall ausgefüllt werden. Der Plattenkasten wird alsdann mit Bindfaden verschnürt und nunmehr in einer Kiste sorgfältig mittelst Holzwolle verpackt. Der Plattenkasten kann auch in einer dicken Umhüllung von Holzwolle mittelst Packpapier umwickelt und verschnürt werden. Jedenfalls muss im letzteren Falle die Schicht der Holzwolle so dick genommen werden, dass etwaige Stösse nicht bis auf den Kasten durchzudringen vermögen.

Manuskripte sind an die Redaktion, Prof. Dr. **Albers-Schönberg**, Klopstockstr. 10 Hamburg zu richten. Druckschriften können auch auf dem Buchhändlerwege durch die Verlagsbuchhandlung **Lucas Gräfe & Sillem** in Hamburg übermittelt werden.

Für die Tafeln bitten wir der Verlagsbuchhandlung nur tadellos ausgeführte Abzüge zu senden oder, falls solche nicht vorhanden, die Original-Negative.

Unsere Herren Mitarbeiter erhalten 10 Separatabdrücke von den Tafeln und 25 Abzüge ihrer Arbeit gratis nach Drucklegung des Heftes.



Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

